Chemischer Experimentalunterricht in der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie:

Entwicklung, Umsetzung und Evaluation eines Fortbildungskonzepts für Lehrkräfte an der bayerischen Hauptschule

Inaugural-Dissertation

Erziehungswissenschaftliche Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von

Ulrich Barth
aus Nürnberg

D 29

Tag der mündlichen Prüfung:	17. Februar 2005
Dekanin:	Universitätsprofessorin Dr. Elisabeth Erdmann
Erstgutachter:	Universitätsprofessor Dr. Peter Pfeifer
Zweitgutachter:	Universitätsprofessor Dr. Herbert F. Bauer

DANKE

Allen, die zum Entstehen dieser Arbeit beigetragen haben, danke ich von ganzem Herzen:

- Herrn Prof. Dr. Peter Pfeifer für die stets interessierte und freundschaftliche Betreuung,
- Herrn Prof. H.F. Bauer für die wertvollen Gespräche und Anregungen,
- Frau Prof. Dr. Katrin Sommer für die stete Hilfsbereitschaft sowie für wertvolle Diskussionsbeiträge,
- Herrn Ltd. akad. Direktor Dr. Dieter Poschard für sein offenes Ohr und gute Ratschläge,
- Herrn Schulamtsdirektor Klaus Kastl für Unterstützung des Promotionsvorhabens,
- Herrn Seminarrektor Werner Himmler sowie Herrn Regierungsschulrat Hans Jenchen für die Kommentare zur Lehrerbefragung,
- der Schulabteilung der Regierung von Mittelfranken sowie den staatlichen Schulämtern in der Stadt Nürnberg, im Landkreis Nürnberg sowie in der Stadt Schwabach für die Zusammenarbeit bei der Lehrerbefragung,
- den Schulleitungen sowie den Kollegien der Hauptschule Herriedener Str. 29, Nürnberg, der Eichendorffschule (Hauptschule) Erlangen, sowie der Hermann-Hedenus-Hauptschule Erlangen,
- allen Kollegen, die sich an der Lehrerbefragung beteiligt haben,
- Frau Susanne Metzger für die Auswertung der GDCH-Fragebögen sowie für hilfreiche EDV-Tipps,
- Frau Hanna Barth für die rechtschriftliche Korrektur,
- Frau Elke Barth für die liebevolle Unterstützung sowie für die hilfreichen didaktischen Ratschläge.

Education is what survives
when what has been learnt
has been forgotten.

Burrhus F. Skinner

Inhalt

1. Zielsetzung 8

2. Theoretische Grundlegung 14

2.1. Rahmenbedingungen des Chemieunterrichts an der Hauptschule 14
2.1.1. Die bayerische Hauptschule 15
2.1.2. Der Lehrplan für die bayerische Hauptschule 19
2.1.3. Schülerinnen und Schüler an bayerischen Hauptschulen 26
2.1.4. Lehrerinnen und Lehrer an bayerischen Hauptschulen 28
2.1.5. Fachdidaktik Chemie 34
2.1.6. Ergebnisse aktueller Bildungsstudien 40

2.2. Chemie-Experimente im Unterricht der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie 44
2.2.1. Das Experiment als zentraler Bestandteil naturwissenschaftlichen Arbeitens 45
2.2.2. Das Experiment als Bestandteil einer neuen Lehr- Lern- Kultur..... 48
2.2.3. Das Experiment unter dem Gesichtspunkt der konstruktivistischen Lerntheorie..... 52
2.2.4. Schülerexperimente im Chemieunterricht der Hauptschule..... 54
2.2.5. Experimentelle Ausstattung an Hauptschulen 57

2.3. Lehrerfortbildung 60
2.3.1. Lehrerfortbildung als Teil der Erwachsenenbildung 61
2.3.2. Prozessstruktur und Inhalte in der Lehrerfortbildung 64
2.3.3. Didaktik und Methodik in der Lehrerfortbildung 66
2.3.4. Untersuchungen und Konzepte in der Lehrerfortbildung im Fach Chemie..... 69
2.3.5. Schulinterne Lehrerfortbildung 75
2.3.6. Fortbildung von Hauptschullehrkräften in Bayern 77

3. Entwicklung des Fortbildungskonzepts 80

3.1. Planung und Durchführung einer empirischen Erhebung 81
3.1.1. Zielsetzung der empirischen Erhebung 81
3.1.2. Konzeption und Entwicklung der Diagnoseinstrumente 83
3.1.3. Durchführung der Erhebung 87

3.2. Ergebnisse der empirischen Erhebung 88
3.2.1. Fragen zur schulischen Situation 88
3.2.2. Fragen zum Unterricht 98
3.2.3. Fragen zu Aus- und Weiterbildung 120
3.2.4. Fragen zur Person 130
3.2.5. Zusätzliche Anmerkungen 132
3.2.6. Folgerungen aus den Ergebnissen der Erhebung 134

3.3. Planung der Fortbildungsveranstaltungen 136
3.3.1. Organisation der Fortbildungsveranstaltungen 138
3.3.2. Inhalte der Fortbildungsveranstaltungen 142
3.3.3. Methodik und Verlauf der Fortbildungsveranstaltungen 158

4. Realisierung des Fortbildungskonzepts 161

4.1. Überblick über die durchgeführten Fortbildungen 161

4.2. Durchführung der Fortbildungsveranstaltungen 163
4.2.1. Zentrale Fortbildungsveranstaltungen 163
4.2.2. Regionale Fortbildungsveranstaltungen 164
4.2.3. Lokale Fortbildungsveranstaltungen 164
4.2.4. Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen 165

4.3. Exemplarische Darstellung durchgeführter Fortbildungsveranstaltungen 169
4.3.1. Ganztägige Veranstaltung: Chemie-Experimente im PCB-Unterricht - Oxidation und Verbrennung 169
4.3.2. Halbtägige Veranstaltung: Seminartag für Hauptschulseminare – Chemie-Experimente im PCB-Unterricht 174

5. Evaluation des Fortbildungskonzepts 179

5.1. Zielsetzung der Evaluation 182

5.2. Entwicklung der Diagnoseinstrumente 182

5.3 Ergebnisse der Evaluation 185
5.3.1 Teilnehmende Beobachtung während der Fortbildungsveranstaltung 185
5.3.2 Auswertungsgespräch direkt im Anschluss an die Fortbildungsveranstaltung 187
5.3.3 Schriftliche Befragung direkt im Anschluss an die Fortbildungsveranstaltung 188
5.3.4 Schriftliche Befragung nach längerer Zeit 207
5.3.5. Zusammenfassung der Ergebnisse der Evaluation 212

6. Folgerungen und Ausblick 213

6.1. Lehrerausbildung 213

6.2. Lehrerfortbildung 215

6.3. Rahmenbedingungen des Unterrichts 217

7. Zusammenfassung 219

8. Literatur 222

9. Verzeichnis der Abbildungen 232

10. Anhang 237

10.1. Fragebögen 238
10.2. Begleitmaterial 247
10.3. Idealtypische Planung einer Unterrichtseinheit 334
10.4. Verlauf weiterer Fortbildungsveranstaltungen 339
10.5. Evaluation durch das GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg 366

Lebenslauf 377

1. Zielsetzung

Kaum etwas hat Eltern, Lehrer und Politiker in letzter Zeit mehr bewegt als die neue deutsche „Bildungskatastrophe“.[1] Ein hoher Bildungsstandard ist für eine Informations- bzw. Wissensgesellschaft wie die der Bundesrepublik Deutschland lebensnotwendig. Nach **TIMSS**[2] belegte auch die **PISA-Studie**[3] eine Misere des deutschen Bildungssystems. Die deutschen Schülerinnen und Schüler belegen im internationalen Vergleich von 32 Staaten, 28 davon Mitgliedsstaaten der OECD[4]- bei Kompetenzen im Lesen, in Mathematik und in den Naturwissenschaften hintere Plätze.[5] Dies beunruhigt um so mehr, da sich das Land insgesamt in einer Krise befindet. Wachstumsprognosen von unter einem Prozent, Arbeitslosenzahlen, die auf fünf Millionen zu steigen drohen und sich abzeichnende immense Probleme bei der Finanzierbarkeit der Gesundheits- und Sozialsysteme schrecken die Gesellschaft auf, Politiker aller Fraktionen versprechen, vor allem in Wahlkampfzeiten, schnelle Lösungen.

Um langfristig die Stellung Deutschlands in unserer globalisierten Welt halten zu können und damit Wohlstand und soziale Sicherung zu erhalten ist es unbestritten, dass neben anderen dringend notwendigen Reformen und Innovationen das Bildungssystem auf allen Ebenen verbessert werden muss. Vor diesem Hintergrund sind Themen der Unterrichtsentwicklung, als wichtiger Teil der Schulentwicklung, von höchster Aktualität. Von verschiedensten Seiten der Politik werden Vorschläge diskutiert, wie die Situation – möglichst schnell und wählerwirksam – verbessert werden könnte. Aber auch in der wissenschaftlichen Diskussion werden Konzepte entwickelt und vorgestellt, welche die Situation an deutschen Bildungseinrichtungen, von der Grundschule bis zur Hochschule, verbessern sollen.[6] Mit Blick auf alle Schultypen setzt sich dabei immer mehr die Erkenntnis durch, dass der immer noch zu weit verbreitete **Frontalunterricht**[7] in der Ausschließlichkeit nicht mehr den geänderten Anforderungen der Gesellschaft sowie den veränderten

[1] vgl. Spiegel spezial, Lernen zum Erfolg, Nr. 3 / 2002, 3.
[2] „Third International Mathematics and Science Study“, 1997.
[3] „Programme for International Student Assessment“, ein Programm der Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) zur zyklischen Erfassung basaler Kompetenzen der nachwachsenden Generation, vgl. DEUTSCHES PISA-KONSORTIUM 2001.
[4] Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung
[5] vgl. DEUTSCHES PISA-KONSORTIUM 2001.
[6] z.B. KLIPPERT 2000; SPITZER, 2002; VON HENTIG 2003
[7] nach PETERSSEN 2001, S. 112 werden fast 80% des täglichen Unterrichts als Frontalunterricht erteilt.

Voraussetzungen der Schüler gerecht werden kann[8]. Gerade an der Hauptschule ist schon seit längerem das Konzept des handlungsorientierten Lernens etabliert, wie auch die bayerische Kultusministerin HOHLMEIER bereits 1994 betont:[9] *„(...) Kennzeichen der modernen Hauptschule sind (...) zum Beispiel der* ***handlungsorientierte Unterricht****, der problemorientiert und materialgeleitet die Schüler über das eigenständige Planen und Tun in Gruppenarbeit, über das entdeckende Lernen zur aktiven und produktiven Auseinandersetzung mit den Sachverhalten führt."* Dabei wird nicht nur Wissen nachhaltiger vermittelt, sondern auch die von der Wirtschaft immer wieder eindringlich geforderten **Schlüsselqualifikationen** wie Methodenkompetenzen oder Sozialkompetenzen werden angebahnt. Experimente – und vor allem Schülerexperimente – im naturwissenschaftlichen Unterricht bieten durch die ihnen eigenen, speziellen Unterrichtsbedingungen eine ideale Möglichkeit, diese Zielsetzung zu verfolgen.

Für den Chemieunterricht an der Hauptschule liegt es daher nahe, die Schüler besonders häufig selbst experimentieren zu lassen. Es ist vielfach beschrieben[10], dass gerade Schülerexperimente eine hervorragende Möglichkeit bieten, bei den Schülern wichtige Schlüsselqualifikationen anzubahnen. Genannt seien als Beispiele Teamfähigkeit, Kooperationsfähigkeit, Fähigkeit zu problemlösendem Denken sowie manuelles Geschick, aber auch Arbeitstugenden wie Ausdauer, Gewissenhaftigkeit oder Verantwortungsbewusstsein. Die Möglichkeit zur Förderung dieser Schlüsselqualifikationen ergibt sich aus den für Schülerexperimente typischen Tätigkeiten:

- Verständnis für das zu lösende Problem
- Planung von Versuchsaufbauten
- Verstehen von Versuchsbeschreibungen
- Einhaltung von Sicherheitsvorschriften
- Beobachten und Folgern
- Strukturieren und Präsentieren von Ergebnissen
- Zusammenarbeit bei der Versuchsdurchführung
- Lösung von Konflikten in der Gruppe

[8] Selbstverständlich hat der Frontalunterricht auch seine Vorzüge und seine Berechtigung, vgl. GUDJONS 2003.
[9] vgl. HOHLMEIER 1994, S. 280
[10] vgl. z.B. BADER 2002, S. 315

Mit gutem Grund also weist auch der Lehrplan für die Hauptschule dem Schülerexperiment einen hohen Stellenwert zu: „Bei der Klärung naturwissenschaftlicher Sachverhalte kommt dem Experiment große Bedeutung zu. Es sollte möglichst von den Schülern selbst geplant und durchgeführt werden, weil sie dabei in besonderem Maße handlungsorientiert lernen und fachgemäße Fähigkeiten und Fertigkeiten einüben. Deshalb hat das Schülerexperiment Vorrang.“[11] Immer wieder wird also in der Fachliteratur betont, dass die Effektivität des Chemieunterrichts nicht zuletzt vom Einsatz chemischer Experimente abhängt.[12] Immer wieder zeigen jedoch empirische Untersuchungen, „dass dieser Erkenntnis nicht im erwarteten Umfang entsprochen wird.“ [13] Auch bei Gesprächen mit Hauptschullehrkräften stellt man häufig fest, dass Schülerexperimente im Fach Chemie der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie selten oder nie durchgeführt werden.

HÄUSLER[14] betont 1985, dass die Gründe dafür keineswegs in der Bequemlichkeit der Lehrer zu suchen sind: „Der Hauptgrund für die heutige Situation des Experimentalunterrichts ist neben der oft mangelhaften Ausstattung der Schule mit chemischen Geräten vor allem in der viel zu knapp bemessenen Zeit für den Chemieunterricht zu suchen.“ Seit 1985 hat sich die Situation noch verschärft. Chemieunterricht findet an der bayerischen Hauptschule seit 1997 im Rahmen der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie statt. Durch Einführung der Fächergruppe PCB wurde die für Chemie zu Verfügung stehende Zeit abermals verkürzt, zudem unterrichten nun vermehrt Lehrkräfte Chemie, die mit den fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Inhalten während ihrer Ausbildung kaum oder gar nicht in Berührung gekommen sind. Eine wichtige Rolle spielt sicherlich auch die soziale Struktur der Schülerschaft und die damit verbundenen Disziplinschwierigkeiten.[15]

Dies belegen Zahlen der Staatsexamensprüfungen für das Lehramt an Hauptschulen aus den Jahren 1982 bis 1988[16].

[11] KWMB1 I So.-Nr. 1/1997, S. 49
[12] vgl. z.B. BADER 2002, S.292 f.
[13] z.B. HÄUSLER 1985, S.11
[14] HÄUSLER 1985, S.11
[15] vgl. Abschnitt 2.1.3. „Schülerinnen und Schüler an bayerischen Hauptschulen“
[16] Neuere Zahlen waren durch das Prüfungsamt des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus trotz mehrfacher Anfrage leider nicht zu erhalten.

Abbildung 1.1 zeigt diejenigen Absolventen des ersten Staatsexamens in Prozent, die Chemie oder Physik entweder nicht vertieft oder in der Fächergruppe studiert haben, und im Vergleich dazu diejenigen, die Chemie oder Physik nicht studiert haben.

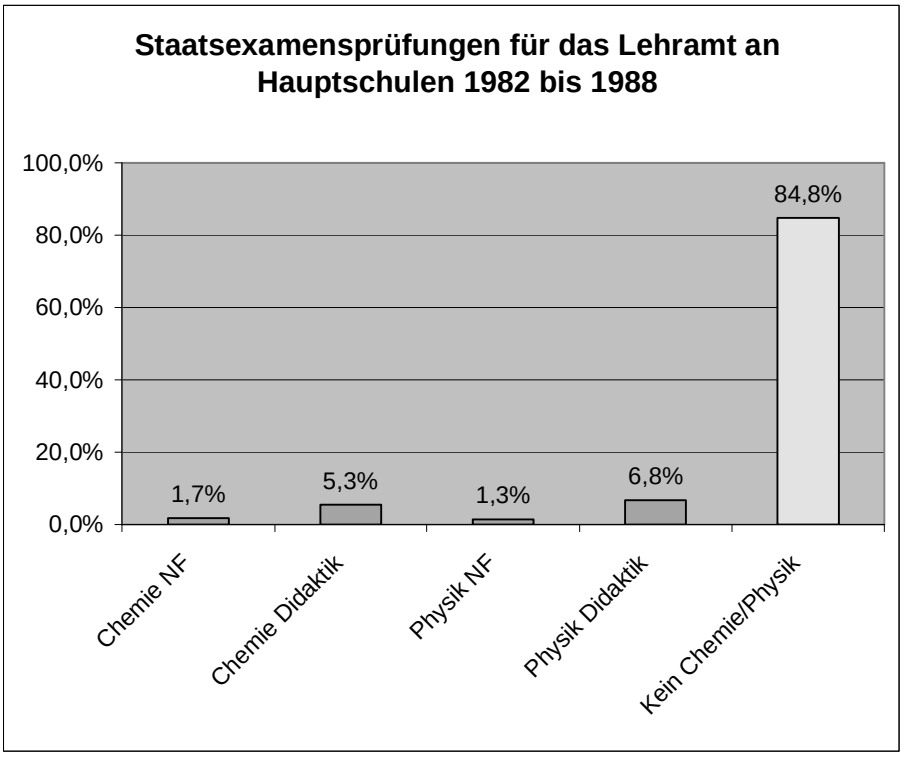


Abbildung 1.1: Staatsexamensprüfungen für das Lehramt an Hauptschulen in den Jahren 1982 bis 1988[17]

Bedenkt man, dass auf Grund des aus pädagogischen Erwägungen durchaus sinnvollen **Klassenlehrerprinzips** ein sehr hoher Prozentsatz der Hauptschullehrkräfte die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie unterrichtet, ergibt sich eine eklatante Differenz zwischen wünschenswerter und tatsächlich vorhandener Kompetenz der Hauptschullehrkräfte im naturwissenschaftlichen Bereich.[18] In der Grundschule stellt sich die Situation ähnlich dar, was in Hinblick auf die grundlegende und damit vorbereitende Rolle bezüglich der Kernkompetenzen sowie des Basiswissens der Schüler von Bedeutung ist.

[17] Zahlen des Prüfungsamts des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus

[18] Eine Fortbildung muss in diesem Sinne eigentlich nicht Fortbildung, sondern „Nachholung eines Teils der Ausbildung“ leisten, vgl. Kapitel 6.

Durch Stärkung der Kompetenz der Lehrkräfte sowie Überzeugungsarbeit für den Nutzen von Lehrer- und Schülerexperimenten sollte also darauf hingewirkt werden können, dass Experimenten im Unterricht der Stellenwert zukommt, der ihnen gebührt (vgl. Abbildung 1.2).

Um ein Fortbildungskonzept fundiert und adressatenbezogen planen und umsetzen zu können, wird zunächst neben anderen diagnostischen Instrumenten eine empirische Erhebung in Form einer schriftlichen Befragung unter bayerischen Hauptschullehrern durchgeführt. Dabei soll zum einen ein Einblick in den Ist-Zustand des Chemieunterrichts an der bayerischen Hauptschule mit dem Schwerpunkt Experimentieren gewonnen, zum anderen die Erwartungen der Lehrkräfte an Fortbildungsveranstaltungen im Fach Chemie herausgefunden werden. Unter Einbeziehung der Ergebnisse aus der Befragung, Orientierung an einschlägigen Theorien und Erfahrungen zur Lehrerfortbildung sowie unter Berücksichtigung moderner Lerntheorien und Unterrichtsmethoden wird ein Fortbildungskonzept entwickelt, das zielgenau und adressatenbezogen auf die besondere Ausgangslage von Hauptschullehrern und deren Bedürfnisse bezüglich einer Chemie-Fortbildung mit experimentellem Schwerpunkt zugeschnitten ist.

Das aus diesen Überlegungen heraus entstandene Fortbildungskonzept wird sodann auf allen Ebenen der Lehrerfortbildung in Bayern erprobt und anschließend evaluiert. Dabei sollten sowohl die Zufriedenheit der Teilnehmer an den einzelnen Fortbildungsveranstaltungen als auch die längerfristigen Wirkungen auf den Alltagsunterricht im Blickpunkt des Interesses stehen. Die aus dieser Untersuchung gewonnenen Erkenntnisse können einer Modifikation und der weiteren Verbesserung des Fortbildungskonzepts dienen.

Ziel dieser Arbeit ist es also, mit Blick auf die Unterrichtsentwicklung ein speziell für Hauptschullehrkräfte geeignetes Fortbildungskonzept für den Chemieunterricht in der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie an der bayerischen Hauptschule zu entwickeln, zu erproben und zu evaluieren. Besonderer Schwerpunkt ist dabei das Experiment.

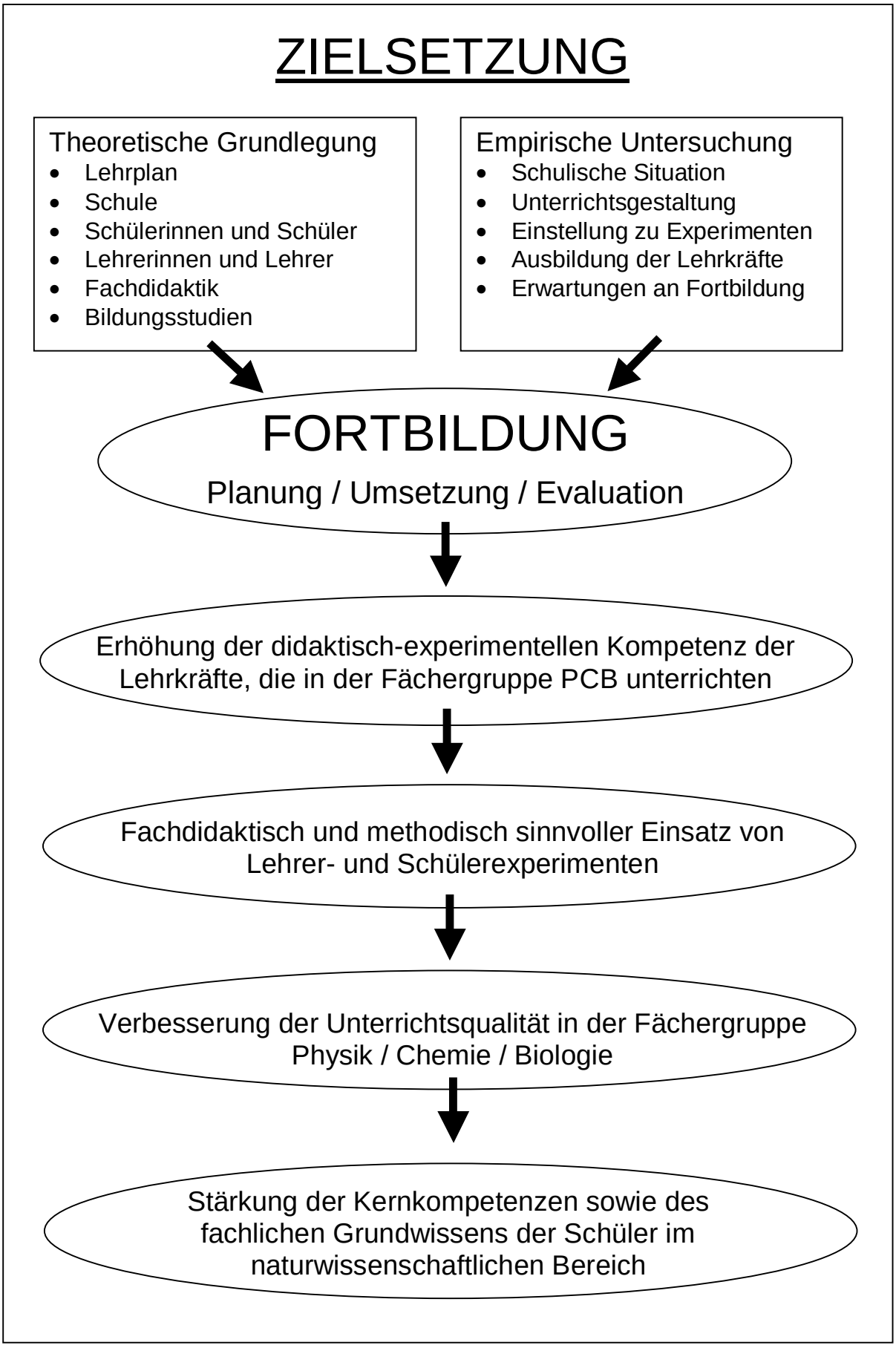


Abbildung 1.2: Zielsetzung der Arbeit

2. Theoretische Grundlegung

2.1. Rahmenbedingungen des Chemieunterrichts an der Hauptschule

Chemieunterricht findet, wie jeder Unterricht, stets unter speziellen Rahmenbedingungen statt. Diese Rahmenbedingungen sind auf der einen Seite für die Unterrichtspraxis von großer Bedeutung, auf der anderen Seite müssen sie stets berücksichtigt werden, wenn Unterricht theoretisch reflektiert bzw. weiterentwickelt werden soll. Abbildung 2.1 zeigt die wichtigsten Bedingungsfaktoren für den Chemieunterricht an der bayerischen Hauptschule.[1]

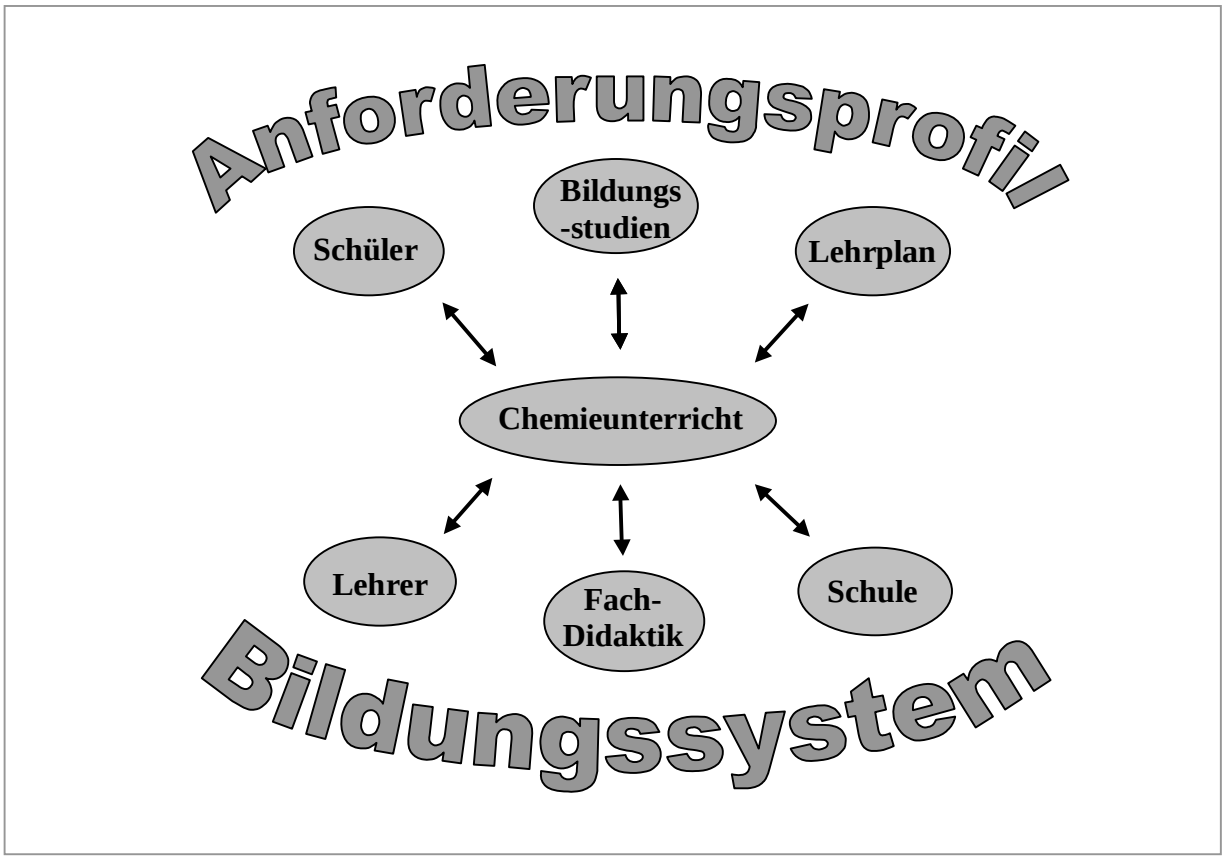


Abbildung 2.1: Bedingungsfaktoren des Chemieunterrichts an der Hauptschule

[1] vgl. dazu auch: MELLE 1999, 15.

2.1.1. Die bayerische Hauptschule

Die „Schule“ ist einer der wichtigsten Bedingungsfaktoren für Unterricht. Der Begriff „Schule“ kann in zwei Richtungen schärfer geformt werden:

- Die Schule als Schultyp und Bestandteil eines Schulsystems
- Die Schule als einzelne Verwaltungseinheit mit den für sie spezifischen Besonderheiten

Das Bundesland Bayern weist ab der Sekundarstufe I ein klassisches **dreigliedriges Schulsystem** auf, bestehend aus Hauptschule, Realschule und Gymnasium. Alle drei Schultypen sind weiterführende Schulen, das heißt der jeweilige Abschluss ermöglicht den Einstieg in weitere Bildungsgänge. Abbildung 2.2 zeigt den Aufbau des bayerischen Bildungssystems.

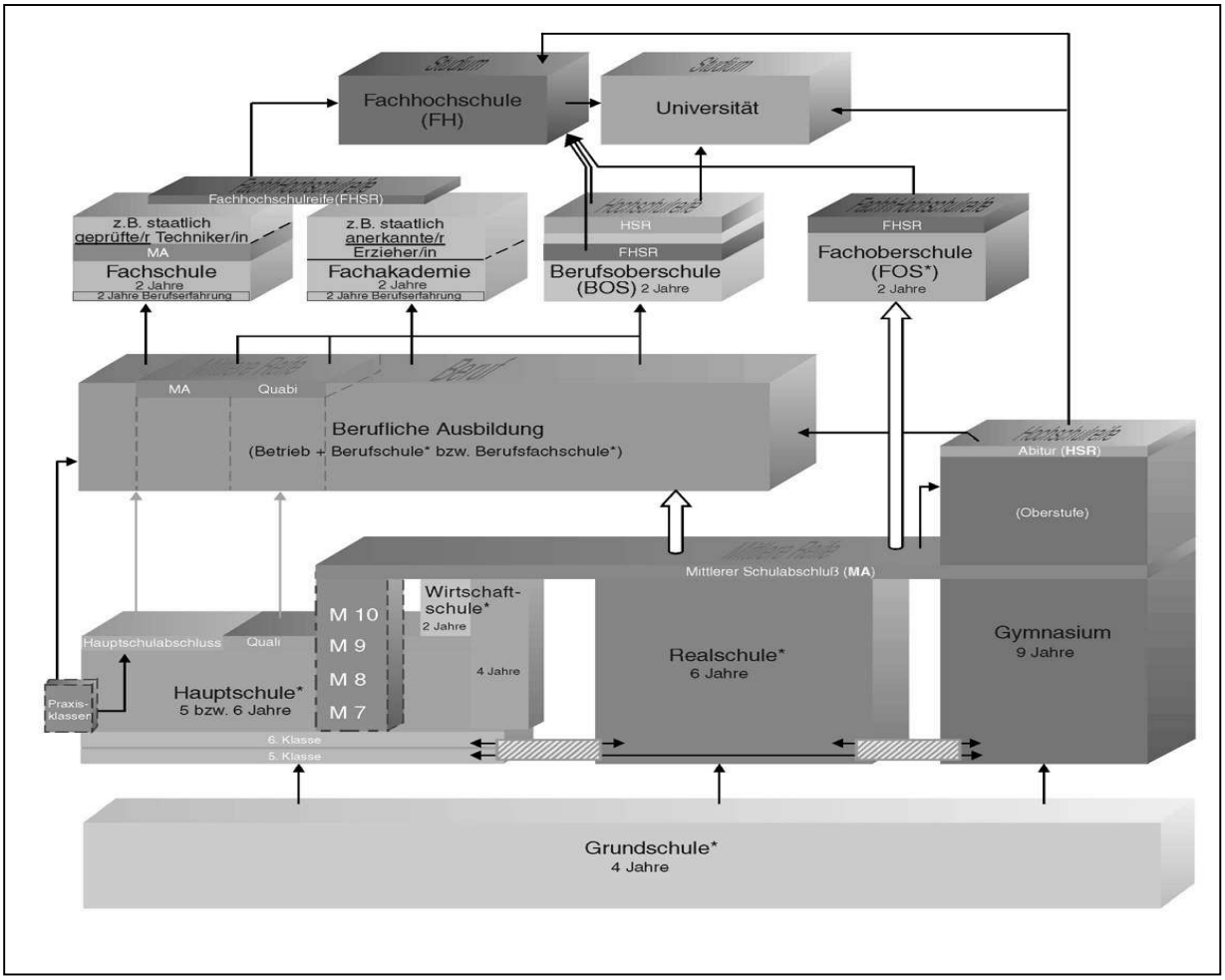


Abbildung 2.2: Bayerisches Bildungssystem[2]

[2] Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus

Die Hauptschule baut auf der Grundschule auf und betreut die Schüler im Normalfall von der 5. bis zur 9. Klasse. Nach der 9. Klasse können die Schüler der Hauptschule mehrere Abschlüsse erreichen. Den erfolgreichen Hauptschulabschluss erhalten diejenigen Schüler, die die 9. Klasse erfolgreich durchlaufen haben. Durch eine zentral gestellte besondere Leistungsfeststellung können die Schüler den qualifizierenden Hauptschulabschluss erwerben. Beide Abschlüsse führen in der Regel zunächst in eine berufliche Ausbildung. Bei weit überdurchschnittlichen Leistungen kann die 10. Klasse der Hauptschule oder eine Wirtschaftsschule besucht, und damit ein mittlerer Schulabschluss erreicht werden.

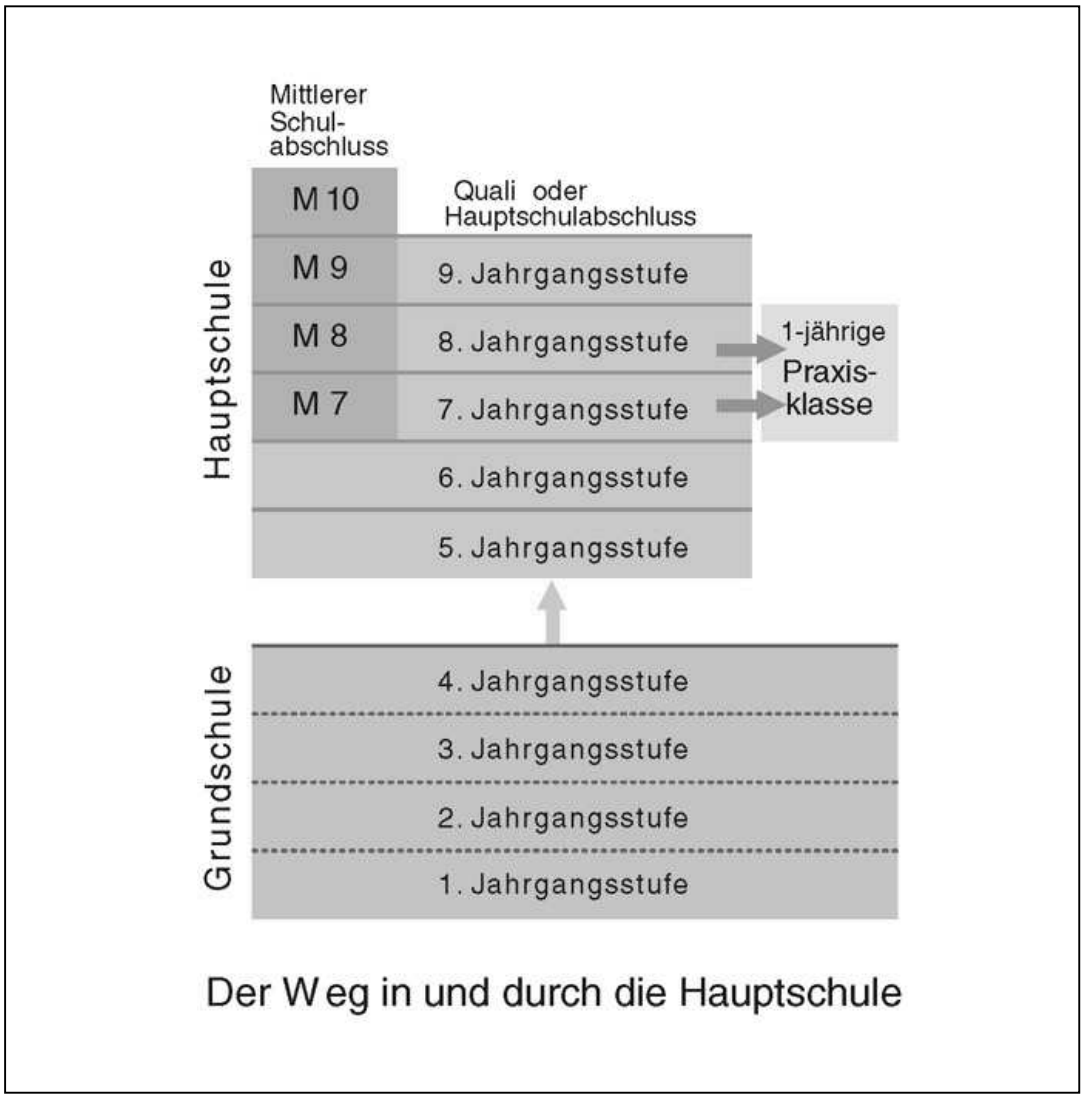


Abbildung 2.3: Die bayerische Hauptschule[3]

[3] Bayerisches Staatsministerium für Unterricht und Kultus

Neben den Regelklassen bietet die Hauptschule Schülern mit guten Leistungen einen **Mittlere-Reife-Zug** an, der mit der 7. Jahrgangsstufe beginnt und zusätzlich die 10. Klasse umfasst. Der Mittlere-Reife-Zug verknüpft Besonderheiten der Hauptschule wie z.B. verstärkte Berufsorientierung oder das Klassenlehrerprinzip mit einem erhöhten Anforderungsniveau, das die Schüler vor allem zu mehr eigenverantwortlichem Lernen führen soll. Hier können die Schüler einen mittleren Bildungsabschluss erwerben, der wie der Realschulabschluss den Zugang zu weiterführenden beruflichen Oberschulen ermöglicht. Für Schüler, deren Schulabschluss mit Beendigung der Pflichtschulzeit kaum erreichbar scheint, steht das Angebot von **Praxisklassen** zur Verfügung, in denen der handlungsorientierte Unterricht noch stärker betont wird, um auf diese Weise evtl. Lernblockaden der betreffenden Schüler auszugleichen. Der Unterricht in den Praxisklassen findet zu einem Teil in Betrieben statt, in denen die Schüler Erfahrungen in der Berufspraxis sammeln können und die Chance haben, Erfolgserlebnisse jenseits der oft mit negativen Erfahrungen verbundenen Schulwirklichkeit zu erlangen.

An der bayerischen Hauptschule wird so weit wie möglich nach dem **Klassenlehrerprinzip** unterrichtet. Das heißt eine Klasse wird von ihrem Klassenlehrer in der Mehrzahl der Fächer über zwei oder drei Jahre betreut[4] (5.- 6. Jahrgangsstufe bzw. 7. – 9. Jahrgangsstufe). Das bedeutet zum Beispiel, dass eine Klasse von ihrem Klassenleiter in den Fächern Deutsch, Mathematik, Englisch, Physik/Chemie/Biologie, Geschichte/Sozialkunde/Erdkunde sowie Arbeitslehre, also während 20 von insgesamt 30 Wochenstunden unterrichtet wird. Aus dem Klassenlehrerprinzip ergeben sich unterschiedliche, positiv bzw. negativ zu bewertende Konsequenzen:

- Schüler und Lehrer lernen sich intensiv kennen und bauen eine persönliche Beziehung zueinander auf. Ein so entstandenes persönliches Vertrauensverhältnis unterstützt die Erziehungsarbeit und vermindert Disziplinprobleme.
- Der Klassenlehrer unterrichtet Fächer, die er nicht studiert hat[5]. Bei den Inhalten schöpft der Lehrer aus der eigenen Schulzeit oder sie wurden, wie möglicherweise die Fachdidaktik des betreffenden Faches, autodidaktisch erworben.

[4] mehr als 2 Jahre können aus Gründen der persönlichen Lehrer-Schüler Beziehung problematisch sein

[5] vgl. S. 27f: Die Ausbildung von Hauptschullehrern in Bayern

Da die Erziehungsarbeit in der Hauptschule neben der reinen Wissensvermittlung heute mehr denn je eine wichtige Bedeutung hat, ist das Klassenlehrerprinzip insgesamt sicherlich zu befürworten. Es dürfen jedoch die sich daraus ergebenden negativen Konsequenzen nicht übersehen bzw. ignoriert werden.

Mit Blick auf den Chemieunterricht – im Speziellen auf Schülerexperimente im Chemieunterricht – können sich aus dem Klassenlehrerprinzip folgende Probleme aber auch Chancen ergeben:

Probleme

- Geringes Wissen des Klassenlehrers in Chemie
- Keine Erfahrung mit Experimenten in Chemie
- Unsicherheit bei der Abschätzung potenzieller Gefahren

Chancen

- Lehrer und Schüler haben bereits gemeinsame Erfahrung mit Gruppenarbeit
- Der Lehrer kennt Stärken und Schwächen seiner Schüler genauer
- Problemlösendes Arbeiten kann auch in anderen Fächern angebahnt werden
- Größere Flexibilität beim Stundenplan (Zeit für Experimente, Projektarbeit, epochales Unterrichten)
- Fachübergreifendes Lernen, Verstehen von Zusammenhängen

Die aufgezeigten Chancen sollten Mut machen, die vorhandenen Probleme anzugehen, um die Unterrichtsqualität durch vermehrten Einsatz von Experimenten zu verbessern.

Ein wichtiger Bedingungsfaktor für die Durchführung von Experimenten ist auch die **Ausstattung** der Schule mit entsprechendem Experimentiermaterial für Lehrer- und Schülerexperimente. Durch das Fehlen einer speziellen Fachgruppe in einem Kollegium in den Fächer Physik, Chemie und Biologie sind Nachteile bei der Interessensvertretung im naturwissenschaftlichen Bereich gegenüber der Schulleitung bzw. dem Schulträger gegeben, was auch in diesem Bereich zu besonderen Rahmenbedingungen an der Hauptschule führt. Anhaltspunkte darüber, wie die tatsächliche Situation bezüglich der experimentellen Ausstattung an den Hauptschulen ist, soll die empirische Untersuchung liefern.

2.1.2. Der Lehrplan für die bayerische Hauptschule

Der Lehrplan ist die Arbeitsgrundlage für die Lehrkräfte einer Schulart, zugleich wendet er sich aber auch an Eltern und Öffentlichkeit und stellt den spezifischen Auftrag und das Profil der Schulart dar[6].

Die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie[7]

Die Fächer Physik/Chemie/Biologie sind an der bayerischen Hauptschule seit Einführung des Lehrplans von 1997 zu einer Fächergruppe zusammengefasst. Diese wird auf der Grundlage eines Lehrplans von einer Lehrkraft unterrichtet.

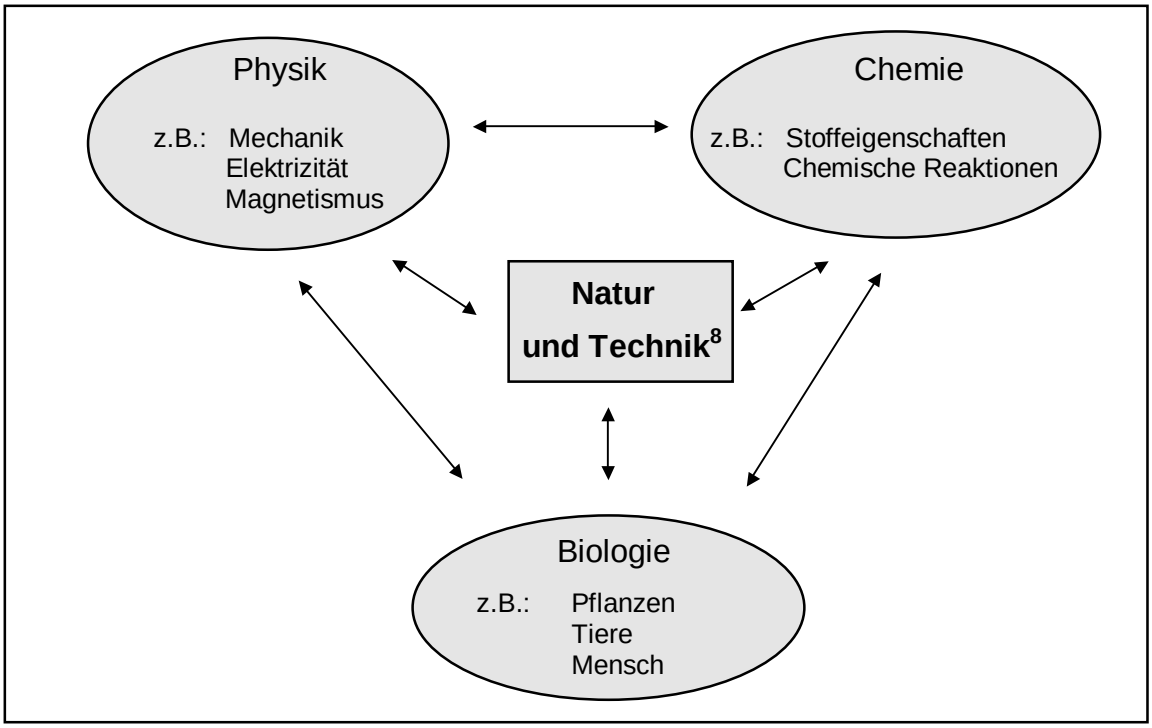


Abbildung 2.4: Die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie

Die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie wurde durch Zusammenlegung der Fächer Physik/Chemie und Biologie unter Einsparung einer Wochenstunde gebildet. Intention der Zusammenlegung war, neben dem bereits erwähnten Einspareffekt, die Naturwissenschaften zusammenzuführen und den ganzheitlichen Zugang für eine

[6] vgl. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUMS FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST: Lehrplan für die Hauptschule. KWMB1 I So.-Nr. 1/1997, S.5

[7] vgl. BAYERISCHES STAATSMINISTERIUMS FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST: Lehrplan für die Hauptschule. KWMB1 I So.-Nr. 1/1997, S.49.

[8] Technik bezieht sich nicht nur au Physik, sondern auch auf Chemie und Bioloie, z.B. „Pflanzenschutztechnik“

zunehmend vernetzte Vermittlung naturwissenschaftlichen Denkens, Wissens und Erkennens zu nutzen. Inwieweit diese Zielsetzung erreicht wurde bzw. erreicht wird, kann hier nicht beantwortet werden. Neben sicherlich auch zu beobachtenden positiven Effekten durch die ganzheitliche und vernetzte Vermittlung der Naturwissenschaften ergaben sich durch die Zusammenlegung der Fächer folgende Konsequenzen:

- Wegfall einer Wochenstunde für den Bereich der Naturwissenschaften
- Kompetenzdefizite bei Lehrkräften, die nur eines der Fächer unterrichtet hatten.

Lehrkräfte, die beispielsweise bisher gerne und kompetent Biologie unterrichtet hatten, müssen nun, wenn sie Biologie weiterhin unterrichten wollen, zusätzlich Physik/Chemie mit unterrichten, was sowohl in fachlicher ,als auch in methodischer Hinsicht Schwierigkeiten verursacht. Es kann vermutet werden, dass solche Lehrkräfte Hemmungen haben, Experimente in Physik und vor allem in Chemie durchzuführen bzw. von den Schülern durchführen zu lassen.

Da die Chemie in der Hauptschule nicht als eigenständiges Fach existiert, müssen auch die Ziele und Inhalte des Chemieunterrichts immer in Zusammenhang mit den anderen beiden Fächern der Fächergruppe gesehen werden, zumal vielfältigste Verknüpfungen und Überschneidungen zwischen den physikalischen, chemischen und biologischen Inhalten bestehen und auch deutlich gemacht werden sollten. Beispielhaft sind in diesem Zusammenhang die geochemischen Stoffkreisläufe zu nennen, bei denen Vorgänge aller drei Teilgebiete eng miteinander verknüpft sind.

Der Lehrplan für die Hauptschule nennt als gemeinsame Aufgaben und Ziele der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie:

- Einblick in Möglichkeiten, Nutzen und Gefahren naturwissenschaftlich-technischer Entwicklungen
- einfühlsames Verstehen der Natur
- wechselseitige Beziehungen zwischen Mensch, Natur und Umwelt erkennen
- die Notwendigkeit von Verantwortung der Wissenschaft einsehen
- der Verantwortung für das eigene tägliche Handeln bewusst werden

Diese Ziele leisten ihren Beitrag zur Verwirklichung der fächerübergreifenden Bildungsaufgaben der Hauptschule. Die Umsetzung der Lernziele der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie befähigen den Schüler, grundlegende gesellschaftliche Fragen wie technische Entwicklungen, Umweltproblematik, Einsatz fortschrittlicher aber auch risikobehafteter Technologien in zunehmendem Maße zu verstehen und auf diese Weise als zukünftiger mündiger Bürger gesellschaftliche Entwicklungen und Entscheidungsprozesse, die für die Zukunft von Bedeutung sein werden, zu begreifen und im Rahmen seiner Möglichkeiten mitzubestimmen. Hierzu der Lehrplan bei der Bildungsaufgabe Umwelt:

„Schüler erleben, dass sich die Menschen gegenüber Umweltproblemen ganz unterschiedlich verhalten. Sie beobachten einerseits große Angst vor den Umweltproblemen der Zukunft und andererseits Gleichgültigkeit in dieser Frage; sie sehen, dass Menschen die Schuld an den Schwierigkeiten bei anderen suchen und von dort Abhilfe erwarten, oder dass sie darauf setzen, die Probleme technisch bewältigen zu können. Angesichts dieser oft verunsichernden Eindrücke kommt es darauf an, dass die Schüler die vielfachen wechselseitigen Abhängigkeiten zwischen Mensch, Umwelt und Natur möglichst gut verstehen. Dazu brauchen sie vielfältige, auch außerunterrichtliche Gelegenheit zum eigenen Erleben von Natur- und Kulturdenkmälern, damit das Verhältnis zu Umwelt nicht nur von der Sorge um das Überleben der Menschheit, sondern auch von zweckfreiem Natur- und Kulturverständnis, von Ehrfurcht vor der Schöpfung bestimmt wird. Im Umgang vor allem mit lokalen und aktuellen Herausforderungen sollen sie lernen, wie Einzelne, Gruppen und größere Gemeinschaften an den gestellten Aufgaben arbeiten.
Auf diese Weise kann die Einsicht wachsen, dass der Mensch auf Dauer nur in Übereinstimmung mit Natur und kultureller Umwelt überleben kann. Dazu gehört auch die Bereitschaft, aus Mitverantwortung für eine lebenswerte Zukunft auf manche gewohnte Ausnutzung natürlicher Ressourcen zu verzichten.“[9]

Gerade in dieser Hinsicht hat der Teilbereich Chemie sowohl in der Primarstufe als auch in der Sekundarstufe wichtige und teilweise auch schwierige Aufgaben zu übernehmen. Beispielhaft sei hier die oft wenig differenziert geführte Diskussion *Chemie versus Umwelt* genannt: Synonym mit Chemie wird alltagssprachlich

[9] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUMS FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST: Lehrplan für die Hauptschule. KWMB1 I So.-Nr. 1/1997, S. 23.

oftmals etwas Umweltschädliches, ja Umweltzerstörendes verbunden. Gut für die Umwelt sei alles, was nichts mit Chemie zu tun habe. Die Ursache ist eine doppelt falsche Verknüpfung des Begriffes Chemie (Chemie <> chemische Industrie <> Umweltverschmutzung). Außer Acht gelassen wird dabei zum einen, dass die chemische Industrie nur einen Teilbereich der „Chemie“ darstellt, zum anderen, dass die chemische Industrie in den letzten Jahrzehnten enorme Anstrengungen unternommen hat, um umweltfreundlich zu produzieren.[10]

Methoden im Lehrplan

Bei der Betrachtung des Lehrplanes findet man in *Kapitel I Grundlagen und Leitlinien* unter dem Punkt *4.4 Schlüsselqualifikationen* folgende Forderungen bezüglich der methodischen Kompetenzen, welche die Lehrer vermitteln, beziehungsweise die Schüler erlernen sollen:

„Die gemeinsame Aufgabe des fachbezogenen wie auch des fächerübergreifenden Unterrichts ist es, die fachliche, methodische, personale und soziale Kompetenz der Schüler zu fördern. Dazu gehört der Erwerb von fächerübergreifenden Fähigkeiten, Fertigkeiten und Haltungen wie selbstständiges Lernen, Problemlösen, Denken in Zusammenhängen, aber auch Leistungs- und Einsatzbereitschaft, Belastbarkeit und Durchhaltevermögen, Pflichtbewusstsein und Zuverlässigkeit, Bereitschaft und Fähigkeit zur Zusammenarbeit und Mitverantwortung. Solche eher allgemeinen Schlüsselqualifikationen sind nur an konkreten Inhalten und realen Handlungsfeldern zu erwerben, bedürfen aber eigener Aufmerksamkeit und Übung, um in zunehmendem Maße bewusst gemacht, bejaht und verlässlich angewandt zu werden.“[11]

Im Kapitel II des Lehrplans bei den *fächerübergreifenden und fachbezogenen Unterrichts- und Erziehungsaufgaben* finden sich in *Teil B* folgende Forderungen an die zu vermittelnden Methoden: *„Die Schüler werden an die fachlichen Denkweisen herangeführt, z.B. das Verstehen und Darstellen von Zusammenhängen ... und den Erkenntnisgewinn durch Experimente. Sie erwerben auch in PCB allgemeine Schlüsselqualifikationen, um Arbeiten selbstständig oder gemeinsam mit anderen verantwortungsbewusst zu planen, auszuführen und abzuschließen. Dem Schüler erschließt sich das Unterrichtsthema soweit wie möglich durch die originale*

[10] vgl. VERBAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE, 2002.
[11] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUMS FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST: Lehrplan für die Hauptschule. KWMB1 I So.-Nr. 1/1997, S.14.

Begegnung mit der belebten und unbelebten Natur, durch eigenes Tun und durch den Einsatz der Sinne. Bei der Übung der fachgemäßen Arbeitsweisen und Arbeitstechniken und der anschließenden Anwendung werden die Möglichkeiten handelnder, gedanklicher und sprachlicher Selbsttätigkeit genutzt. Um naturwissenschaftliche Sachverhalte zu klären kommt dem Experiment große Bedeutung zu. Es sollte von den Schülern möglichst selbst geplant und durchgeführt werden, weil sie dabei in besonderem Maße handlungsorientiert lernen und fachgemäße Fähigkeiten einüben. Deshalb hat das Schülerexperiment Vorrang."[12]

Chemiespezifische Unterrichtsinhalte der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie

Meist können die Unterrichtsinhalte der Fächergruppe einem der drei Teilbereiche schwerpunktmäßig zugeordnet werden, manchmal werden zwei Teilbereiche in gleichem Maß angesprochen. Tabelle 2.1 gibt einen Überblick über die chemiespezifischen Unterrichtsinhalte der einzelnen Jahrgangsstufen. Das ⊗-Symbol zeigt eine Überschneidung mit den Teilgebieten Physik bzw. Biologie an.

Mit Beginn des Schuljahrs 2004/2005 wurde **ein überarbeiteter Lehrplan** in den Klassen 5 und 7 verbindlich eingeführt. In den restlichen Klassen soll der überarbeitete Lehrplan sofort umgesetzt werden, die verbindliche Einführung erfolgt hier schrittweise in den folgenden Schuljahren.
Wesentliche Änderungen des überarbeiteten Lehrplans sind einige inhaltliche Kürzungen sowie die Aufnahme zweier neuer Bausteine im Lehrplan, welche dem veränderten Verständnis vom Lernen Rechnung tragen sollen. Die Abschnitte *„Wiederholen, Üben, Anwenden und Vertiefen"* greifen im Sinne einer immanenten Wiederholung jene Inhalte immer wieder auf, die als Kompetenzen dauerhaft gesichert werden sollen. Diese Trittsteine sollen das Gelernte weit über die Erarbeitungsphase hinaus sichern und sind für die Progression der Lehrplaninhalte unabdingbar. Im Sinne der Output-Überprüfung sind jeweils nach den Jahrgangsstufen 9 bzw. 10 *„Grundwissen und Kernkompetenzen"* angegeben. Die Lehrkräfte jeder Jahrgangsstufe können sich hieran orientieren, da jeweils ausgewiesen wird, ab welcher Jahrgangsstufe eine Kernkompetenz aufgebaut wird.

[12] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUMS FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST: Lehrplan für die Hauptschule. KWMB1 I So.-Nr. 1/1997, S.49.

Tabelle 2.1: Überschneidungen in der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie

Jgst.	Chemie	Physik	Biologie
5	**Stoffe im Alltag**		
	Stoffe kennen – unterscheiden – trennen	⊗	
	Abfall – Wertstoff	⊗	⊗
6	**Lebensgrundlage Wasser**		
	Erscheinungsformen und Eigenschaften des Wassers	⊗	
	Wasserqualität	⊗	⊗
	Wahrnehmung von Licht und Schall		
	Farben	⊗	⊗
7	**Luft – Lebensgrundlage und Lebensraum**		
	Zusammensetzung der Luft		⊗
	Luft – Voraussetzung f. Vorgänge i. d. unbel. Natur	⊗	
	Bedingungen für die Verbrennung		
	Vorgang der Verbrennung		
8	**Boden – Lebensgrundlage und Lebensraum**		
	Bodenqualität	⊗	⊗
	Gesunde Lebensführung		
	Ernährung des Menschen		⊗
	Stoffe im Alltag und in der Technik		
	Säuren und Laugen		
	Salze		⊗
9	**Blick in den Mikrokosmos**		
	Aufbau der Materie	⊗	
	Radioaktivität	⊗	
	Stoffe im Alltag und in der Technik		
	Organische Rohstoffe		⊗
	Kunststoffe	⊗	
10	**Blick in den Mikrokosmos**		
	Atome, Elemente, Bindungen	⊗	
	Stoffe in Alltag und Technik	⊗	
	Kohlenwasserstoffe		⊗
	Chemische Produkte		

Die Tabellen 2.2 sowie 2.3 zeigen beispielhaft die Bausteine „Grundwissen und Kernkompetenzen“ nach der Jahrgangsstufe 9 für „Themenübergreifende naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen“ sowie den Themenkreis „Stoffe“.

Tabelle 2.2: Grundwissen und Kernkompetenzen nach Jahrgansstufe 9:
Themenkreis übergreifende naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen

Themenkreisübergreifendenaturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen	Jgst.
Denkweisen kennen und verstehen:	
Experimentieren als eine grundlegende Form naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung	ab 5
Modellbildung und –vorstellungen	ab 5
Einblick in einfache Systeme	ab 7
Arbeitsweisen kennen und nach Anleitung anwenden:	
Betrachten, Beobachten, Untersuchen, einfache Versuche und Experimente	ab 5
Verfahren kennen und anwenden, um Tiere und Pflanzen zu bestimmen	ab 5
unter Anleitung mikroskopieren	ab 6
naturwissenschaftliches Informationen aus verschiedenen Quellen entnehmen, verarbeiten und präsentieren	ab 5
ausgehend von einer naturwissenschaftlicher Themenstellung projektorientiert arbeiten	ab 5
Sicherheitsbestimmungen kennen und beachten	ab 5
Entdecker und Forscher aus den Naturwissenschaften kennen	ab 7

Tabelle 2.3: Grundwissen und Kernkompetenzen nach Jahrgansstufe 9:
Themenkreis Stoffe

Themenkreis „Stoffe“	**Jgst.**
Grundkenntnisse über Stoffe; Begriffe unterscheiden: Reinstoff – Stoffgemisch, Verbindung – Element, Atom – Molekül	ab 5
Aggregatzustände von Stoffen kennen	ab 6
Elemente und Verbindungen sowie chemische Zeichen und Formeln kennen: Sauerstoff (O_2), Wasserstoff (H_2), Stickstoff (N_2), Kohlenstoff (C); Wasser (H_2O), Kohlenstoffdioxid (CO_2); weitere Elemente, Verbindungen und ihre Formeln kennen	ab 6
Chemische Reaktionen kennen; Wortgleichungen chemischer Reaktionen sowie einzelne Formelgleichungen verstehen	ab 7
Aufbau von Atomen kennen; Protonen, Elektronen, Neutronen unterscheiden	9
Grundkenntnisse über Säuren, Laugen, Salze; pH-Wert kennen	8
Erdöl als fossilen Rohstoff und nachwachsende Rohstoffe sowie ihre Anwendung kennen	9
Grundkenntnisse über gesättigte Kohlenwasserstoffe	9
Einblick in Eigenschaften, Verwendung und Wiederverwertung von Kunststoffen	9
Bereitschaft entwickeln, die Lebensgrundlagen Wasser, Luft und Boden zu bewahren und mit Rohstoffen und Energie verantwortlich umzugehen	ab 6
Begriff „Nachhaltige Entwicklung“ kennen	9

Eine weitere wichtige Neuerung ist, dass es erstmals einen eigenständigen Lehrplan für den M-Zug gibt. Dennoch ist der vorliegende Lehrplan in seinem Aufbau so angelegt, dass ein Wechsel von Regelschülern in den M-Zug grundsätzlich möglich ist.

Die Kernkompetenzen in den Jahrgangsstufen 7 bis 9 in Regel- und M-Klassen unterscheiden sich nicht grundsätzlich in den Inhalten. Der wesentliche Unterschied liegt in der Abstraktion sowie in der Vertiefung. Während in Regelklassen versucht wurde, darauf zu achten, dass sich die geforderte Abstraktion am Erfahrungshorizont eines Hauptschülers orientiert und Inhalte zum Teil sogar ausdrücklich beschränkt wurden, sollte dies für den M-Schüler nicht in dieser Weise erfolgen. Er hat ein umfangreicheres Lernprogramm mit erhöhten Anforderungen sowohl qualitativer als auch quantitativer Art zu bewältigen. Wechselt ein Regelschüler nicht zu Beginn der Jahrgangsstufe 7 in den M-Zug, sondern erst zu einem späteren Zeitpunkt, so wird er in einigen Bereichen Nachlernbedarf haben.

2.1.3. Schülerinnen und Schüler an bayerischen Hauptschulen

Unterricht muss, wenn er erfolgreich sein soll, immer „vom Schüler her“ gedacht werden. Möchte man also die Unterrichtsqualität verbessern, ist es von entscheidender Bedeutung, sich die Voraussetzungen der Schüler sehr genau anzusehen, welche diesen Unterricht besuchen. Dies muss allgemein bei der Entwicklung von Unterrichtsmethoden und Unterrichtskonzepten geschehen, im speziellen muss diese Aufgabe jeder Lehrer für die ihm anvertrauten Schüler immer wieder neu leisten. „Mit der **Hauptschule als Pflichtschule** sind große pädagogische Herausforderungen verbunden. Sie ergeben sich aus der Zusammensetzung ihrer Schülerschaft und ihrem Auftrag, sich nicht nur der guten Schüler anzunehmen, sondern sich gerade auch um die ausgesprochen leistungsschwachen zu kümmern und sich um deren Förderung zu bemühen.“[13]

[13] LUTZ, B. u. PFEIFER, P. 2002, S. 363.

Selbstverständlich gibt es nicht „den Hauptschüler“, für den ein bestimmtes Unterrichtskonzept passend ist. Dennoch lassen sich einige Aussagen treffen, die für Schüler, welche die bayerische Hauptschule besuchen, in vielen Fällen zutreffend sind.

1. Hauptschüler haben es meist nicht geschafft, an andere weiterführende Schulen des dreigliedrigen Schulsystems überzutreten oder dort zu bestehen. Die möglichen Gründe hierfür können an dieser Stelle nicht im Einzelnen diskutiert werden. Die Tatsache allerdings wirkt sich in hohem Maße auf die persönlichen Fähigkeiten, Einstellungen, Erwartungen und Selbstkonzepte der Schüler aus.

2. Hauptschüler haben häufig Probleme, abstrakte Zusammenhänge zu erfassen und zu systematisieren.

3. Hauptschüler stammen häufiger als Schüler von Realschulen oder Gymnasien aus sozial benachteiligten Elternhäusern. Sie erfahren deshalb oft vergleichsweise wenig Unterstützung von zu Hause, etwa bei der Erledigung der schulischen Arbeiten.

Für den Chemieunterricht im Rahmen der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie ergibt sich daraus, dass die Vermittlung der fachlichen Kenntnisse und Methoden nicht immer im alleinigen Mittelpunkt des Unterrichts stehen kann. Egal welche Unterrichtsmethode gewählt wird, müssen zunächst die entsprechenden Arbeitsbedingungen ins Auge gefasst werden, um gewinnbringenden Unterricht zu ermöglichen. Dies bedeutet, zunächst dem Arbeitsklima und den sozialen Interaktionen zwischen Lehrer und Schüler besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Dies gilt in besonderem Maße, wenn offenere Unterrichtsformen wie z.B. Gruppenarbeit oder Freiarbeit eingesetzt werden sollen. Vor allem auch bei Schülerexperimenten muss im Vorfeld eine entspannte aber disziplinierte Arbeitsatmosphäre geschaffen werden, um Misserfolge zu vermeiden.

Bei der Planung des Unterrichts, insbesondere bei der Planung von Lehrer- und Schülerexperimenten, muss stets die Leistungsfähigkeit der Schüler in Bezug auf problemlösendes Denken, selbstständiges Erarbeiten von Lösungswegen sowie Abstraktionsfähigkeit im Auge behalten werden. Hier gilt es, zunächst mit sehr kleinen Schritten zu beginnen, um die Schüler nicht zu überfordern und damit zu entmutigen. Sind die Schüler die entsprechenden Denk- und Arbeitsweisen erst einmal gewohnt, können anspruchsvollere Aufgaben angegangen werden, z. B. im Sinne des „forschend-entwickelnden Unterrichtsverfahrens“[14].

2.1.4. Lehrerinnen und Lehrer an bayerischen Hauptschulen

Eine der wichtigsten Voraussetzungen für den Erfolg einer Fortbildung ist, dass sie adressatengemäß geplant und durchgeführt wird. Hauptschullehrer stellen in dieser Hinsicht eine besondere Zielgruppe unter den Lehrern dar. Das liegt an der Kombination der Unterrichtsbedingungen an der bayerischen Hauptschule und den Ausbildungsmodalitäten der Lehrkräfte.

Die Ausbildung von Hauptschullehrern in Bayern

Die Befähigung für das Lehramt an Hauptschulen in Bayern wird durch eine abgeschlossene wissenschaftliche Vorbildung (Studium mit Erster Staatsprüfung, I. Phase) und eine abgeschlossene schulpraktische Ausbildung (Vorbereitungsdienst mit Zweiter Staatsprüfung, II. Phase) erworben.

I. Phase:

Das Studium für das Lehramt an Hauptschulen umfasst folgende Bereiche:

- Erziehungswissenschaften
- Unterrichtsfach einschließlich Fachdidaktik
- Didaktiken einer Fächergruppe
- Schul- und Betriebspraktika

[14] Nach SCHMIDKUNZ, LINDEMANN, 1981

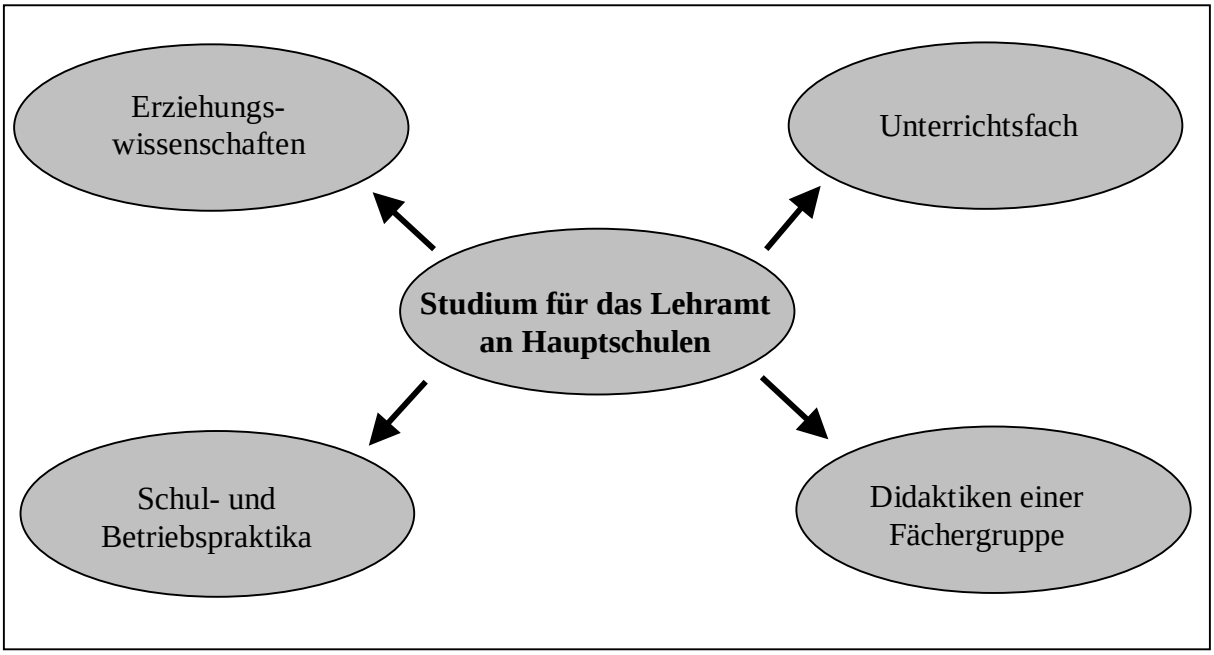


Abbildung 2.5: Studium für das Lehramt an Hauptschulen

Hauptschullehrer werden, im Gegensatz zu Realschul- und Gymnasiallehrern, nicht in 2, sondern in 4 Fächern ausgebildet. Ein Fach wird als Unterrichtsfach studiert, das heißt in diesem Fach enthält das Studium deutlich akzentuiert fachwissenschaftliche Anteile. Drei weitere Fächer werden im Rahmen der Didaktiken einer Fächergruppe studiert, das heißt im Vordergrund stehen hier nicht fachwissenschaftliche Inhalte, sondern die Didaktik des jeweiligen Faches. Eines der beiden Fächer Deutsch oder Mathematik muss in der gewählten Fächerverbindung enthalten sein, ansonsten stehen die Fächer Arbeitslehre, Biologie, Chemie, Englisch, Erdkunde, Geschichte, Kunsterziehung, Musik, Physik, Religionsehre Sozialkunde oder Sport zur Auswahl.

Dadurch soll die Befähigung des Hauptschullehrers, die Fächervielfalt seiner Schulart als Klassenlehrer zu unterrichten, erreicht werden. Vier studierte Fächer bedeuten aber, dass 10 Fächer nicht studiert wurden, aber auf Grund des Klassenlehrerprinzips[15] zumindest teilweise unterrichtet werden müssen. Mit Blick auf die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie bedeutet dies, dass die unterrichtende Lehrkraft häufig nur eines der drei Fächer oder keines der drei Fächer studiert hat.

[15] vgl. S.16 Das Klassenlehrerprinzip.

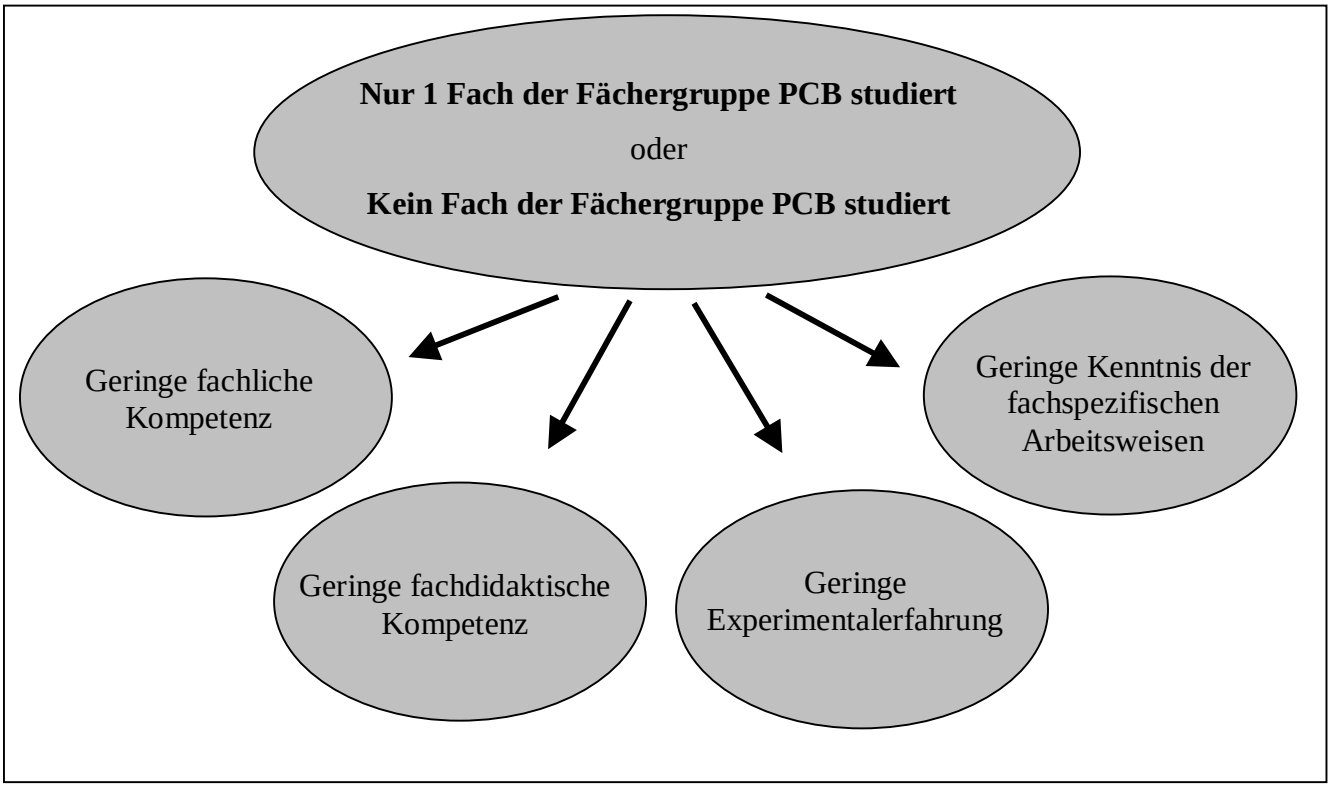


Abbildung 2.6: Mögliche Kompetenzdefizite im naturwissenschaftlichen Bereich bei der Ausbildung von Hauptschullehrkräften

MOTHES beklagt bereits 1958:[16] *„Nur 6% aller Studierenden widmen sich als Wahlfach der Physik-Chemie. Dann ergeben sich erhebliche Schwierigkeiten, da man ja das Experimentieren und die Abwendung von Gefahren nicht aus Büchern am Schreibtisch lernen kann. . . . Es ist daher eine ebenso dringende wie berechtigte Forderung, dass die Studienpläne der pädagogischen Hochschulen baldmöglichst daraufhin reformiert werden: d.h. kein Absolvent sollte die Hochschule verlassen dürfen, ohne pflichtgemäß selbst physikalische und chemische Versuche im Zuge eines ausreichenden Experimentalpraktikums ausgeführt zu haben.“*

Seit damals hat sich die Situation keinesfalls verbessert. In den Jahren 1982 bis 1988 haben von insgesamt 2150 Staatsexamenskandidaten 36 Chemie als Unterrichtsfach studiert, 115 haben Chemie in der Fächergruppe studiert, was einem prozentualen Wert von insgesamt 7% entspricht.[17] Neuere Zahlen waren vom Prüfungsamt des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus trotz mehrmaliger Nachfrage nicht zu erhalten.

[16] MOTHES, 1958.
[17] siehe Abbildung 1.1, S. 10

Absolventenzahlen der Universität Erlangen-Nürnberg aus den Jahren 2001 bis 2004 bestätigen mit einem Anteil von 6,2 % der Studierenden, die Chemie in der Fächergruppe oder als Unterrichtsfach studiert haben, diese Tendenz.
Bedenkt man, dass auf Grund des aus pädagogischen Erwägungen äußerst sinnvollen Klassenlehrerprinzips ein sehr hoher Prozentsatz der Hauptschullehrkräfte die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie unterrichten (muss), ergibt sich ein eklatanter **Fortbildungsbedarf im naturwissenschaftlichen Bereich**. Dieser hohe Bedarf an Fortbildungsveranstaltungen für Hauptschullehrkräfte im naturwissenschaftlichen Bereich ist jedoch ebenfalls keineswegs neu. MOTHES fordert 1967 in einer Resolution, die auf einer schulpädagogischen Tagung in Göttingen von 100 Teilnehmern aus der ganzen Bundesrepublik verabschiedet wurde:[18] *„Die Einrichtungen der Lehrerfortbildung sind personell und sachlich so zu fördern, dass sehr beschleunigt und tiefgründig ein großer Teil der Volksschullehrerschaft zusätzlich befähigt und ermutigt werden kann, einen erfolgreichen Naturlehreunterricht zu erteilen."*

II. Phase

In der II. Phase ihrer Ausbildung lernen die zukünftigen Hauptschullehrer die **Unterrichtspraxis** intensiv kennen. An drei Tagen in der Woche hospitieren sie 9 Unterrichtsstunden bei einer erfahrenen Lehrkraft, 6 Stunden unterrichten sie bereits eigenverantwortlich in den studierten Fächern, mit Ausnahme von Deutsch und Mathematik. Die übrigen 2 Tage der Woche besuchen sie ein Seminar, das die didaktische Ausbildung der Universität weiterführen sowie die Lehramtsanwärter vor allem praxisorientiert auf den Beruf vorbereiten soll.

Im Rahmen dieser Seminartage sollen möglichst alle Schulfächer – welche die Hauptschullehrer in der Regel ja später einmal unterrichten müssen- behandelt werden. Vergleicht man die Anzahl der in Frage kommenden Fächer, die zur Verfügung stehenden Seminartage sowie die vielen übrigen (und auch sinnvollen und notwendigen) Aktivitäten wie Unterrichtsmitschauen, Hospitationen bei anderen Schultypen, Ausbildung in Schulrecht usw., wird deutlich, dass für das einzelne Unterrichtsfach in der Regel nur ein bis zwei Seminartage zur Verfügung stehen.

[18] MOTHES, 1968, S. 169.

Das bedeutet, dass diejenigen zukünftigen Lehrer, die das Fach Chemie während ihres Universitätsstudiums nicht gewählt haben, auch in der II. Phase der Ausbildung nur sehr wenig Gelegenheit haben, sich auf diesem Gebiet Wissen anzueignen. Hinzu kommt, dass nicht jeder Seminarleiter „Experte“ im Bereich der Naturwissenschaften bzw. im Fach Chemie sein kann, woraus sich deutliche Unterschiede zwischen einzelnen Studienseminaren ergeben.

Zusammenfassend kann daher gesagt werden, dass ein großer Anteil der Hauptschullehrer mit einer äußerst geringen fachlichen und didaktischen Ausbildung im Bereich Chemie (bzw. im Bereich Physik/Chemie/Biologie) in den Berufsalltag entlassen wird, um dann auch eben diese Fächer unterrichten zu müssen. Dies macht den enormen Fortbildungsbedarf in diesem Bereich deutlich.

Der Hauptschullehrer im Berufsalltag

Der Berufsalltag des Lehrers ist von vielfältigen Aufgaben und Belastungen gekennzeichnet. Nur ca. 6 % der Lehrerinnen und Lehrer arbeiten bis zur regulären Altersgrenze, die meisten scheiden vorzeitig wegen gesundheitlicher Probleme aus dem Dienst aus. Eine bundesweite Untersuchung von SCHAARSCHMIDT[19] aus den Jahren 2002 und 2003 ergab, dass 30% der Lehrkräfte deutliche Symptome des **Burnout** zeigen. Weitere 30% gefährden ihre Gesundheit durch extreme Selbstüberforderung. Auf die Frage, was sie am meisten belaste, nannten die Lehrer an erster Stelle das Verhalten schwieriger Schüler und hohe Klassenstärken. Als Konsequenz aus seiner Untersuchung nennt SCHAARSCHMIDT vier Forderungen:

1. *Veränderung der Rahmenbedingungen*
   Der Überforderung der Schule durch zunehmende erzieherische und gesellschaftliche Aufgaben muss entgegengewirkt werden, die Motivation der Lehrer könnte durch größere gesellschaftliche Anerkennung und weniger bürokratische Hemmnisse erhöht werden.

[19] vgl. SCHAARSCHMIDT, 2004

2. *Verbesserung der Arbeitsbedingungen vor Ort*
   Entscheidend für die Lehrergesundheit und relativ leicht zu verbessern ist der zwischenmenschliche Umgang im Kollegium, die Organisation des Schulalltags sowie das Verhältnis von Schulleitung und Lehrerkollegium.
3. *Verbesserung der Lehrerausbildung*
   Neben einer praxisorientierteren Ausbildung der zukünftigen Lehrer, bei der auch beruflichen Handlungskompetenzen wie z. B. Selbstmanagement in Belastungssituationen thematisiert werden, sollten angehende Lehrer verstärkt und frühzeitig auf ihre Eignung (Motivation, Widerstandskraft, sozialkommunikative Kompetenzen) geprüft werden.
4. *Eigeninitiative der Lehrkräfte*
   Lehrer sollten verstärkt durch Supervision, Entspannungstraining sowie Gesundheitszirkel zum Erhalt ihrer Gesundheit beitragen. Unerlässlich ist dabei die Inanspruchnahme professioneller Hilfe sowie die bewusste Planung von Erholung in der Freizeit.

Gerade an Hauptschulen haben die Lehrkräfte neben ihren unterrichtlichen Verpflichtungen immer mehr **erziehliche Aufgaben** zu übernehmen, um jegliche Form des Unterrichts überhaupt erst zu ermöglichen. In dieser Situation ist es vielen Lehrkräften – wenn sie sich selbst nicht überfordern wollen – nicht möglich, zusätzlichen Aufwand für die autodidaktische Aneignung für sie neuer Unterrichtsmethoden wie z.B. Schülerexperimente zu erbringen. Auch die zeitaufwändige Vorbereitung von Experimenten bedeutet eine nicht zu unterschätzende zusätzliche Belastung, der viele Lehrkräfte nicht mehr gewachsen sind. Die weitere Erhöhung der Unterrichtsverpflichtung um eine Stunde ab dem Schuljahr 2004/2005 trägt sicher nicht zur Entspannung dieser Situation bei.

Eine Verbesserung der Unterrichtsqualität im Bereich der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie kann also in keinem Fall durch eine – wie auch immer geartete – zusätzliche Belastung gelingen, sondern muss auf einem, die tägliche Unterrichtsarbeit unterstützenden Angebot aufgebaut sein. Dieser Aspekt darf bei der Planung eines Fortbildungskonzepts keinesfalls vernachlässigt werden.

2.1.5. Fachdidaktik Chemie

„Didaktik versteht man gemeinhin als die Wissenschaft von Unterricht, also vom Lehren und Lernen. Fachdidaktik ist die Wissenschaft vom fachspezifischen Lehren und Lernen innerhalb und außerhalb der Schule.“[20] ... „Um einen erfolgreichen und nachhaltig wirkenden Chemieunterricht in allen Altersstufen erteilen zu können, ist eine fachdidaktische Grundausbildung des zukünftigen Chemielehrers unerlässlich.“[21] Dass diese Forderung für nur wenige Lehrkräfte an der Hauptschule erfüllt werden kann, wurde oben gezeigt. Dennoch ist die Fachdidaktik ein wichtiger Einflussfaktor[22] auf den Chemieunterricht an der Hauptschule, da ja sämtliche Informationen, die der Hauptschullehrer zum Bereich Chemieunterricht erhält (z.B. Schulbücher, Lehrerhandreichungen, Informationen von Fachkollegen, Fortbildungen), letztendlich auf der Fachdidaktik Chemie gründen oder von ihr maßgeblich beeinflusst sind. Es sei an dieser Stelle auf die einschlägigen Werke zur Fachdidaktik Chemie verwiesen.[23]

Im Folgenden sollen nur einige Aspekte angerissen werden, die speziell im Chemieunterricht der Hauptschule ihre Anwendung finden können bzw. sollten.[24]

- **Alltagsbezug**

  Alltagsbezogener Unterricht hat in Deutschland eine lange Tradition. KERSCHENSTEINER „war maßgeblich daran beteiligt, die unmittelbare Erfahrungswelt der Schüler in den Unterricht zu integrieren.“ SCHEUER[25] bietet einen Überblick über die in der Folge seitens der Reformpädagogik sowie der Fachdidaktik der Chemie und Physik zahlreichen Ansätze eines verstärkten Alltagsbezugs des Unterrichts. PFEIFER[26] betont jedoch, dass neben dem erfahrungs- bzw. anwendungsbezogenen Kernbestand der fachliche Kernbestand gleichberechtigt stehen muss, was sich im Ansatz des „praxisorientierten Chemieunterrichts“ widerspiegelt.

[20] PFEIFER, P. in PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H. J. 2002, S. 7.
[21] HAMMER, H.O., 1983.
[22] vgl. Abbildung 2.7
[23] z.B. PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H. J. 2002; BARKE, H.-D., HARSCH, G. 2001; BECKER, H.-J. 1984.
[24] vgl. LUTZ, B. u. PFEIFER, P. in PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H. J. 2002, S. 364.
[25] SCHEUER 2002, S. 15 ff
[26] vgl. PFEIFER 1996, S.4

In einer aktuellen empirischen Untersuchung kommt SCHMINKE[27] zu dem Ergebnis, dass Lernende im Chemieunterricht am meisten an Alltagsphänomenen interessiert sind, was ebenfalls für ein verstärktes Einbeziehen von alltagsrelevanten Inhalten in den Unterricht spricht.

Aber auch aus **lernpsychologischer und neurophysiologischer Sicht**[28] sollte an der Hauptschule wo immer möglich ein Bezug der entsprechenden Unterrichtsinhalte zu den Alltagserfahrungen der Schüler hergestellt werden, um eine horizontale und vertikal Vernetzung des Wissens zu ermöglichen. Dabei muss das bei den Schülern bereits vorhandene Vorwissen, das aus naturwissenschaftlicher Sicht völlig falsch sein kann, eruiert und in die Unterrichtsplanung einbezogen werden. Begegnen den Schülern im Unterricht Phänomene aus ihrem Alltag, die sie mit dem in der Schule erworbenen Wissen besser deuten bzw. erklären können, erhöht dies die Motivation bzw. die Einsicht in die Sinnhaftigkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Erst der Alltagsbezug gibt dem naturwissenschaftlichen Unterricht in den Augen vieler Schüler einen praktischen Nutzen.

- **Schülervorstellungen**

  Oftmals haben Schüler von bestimmten Unterrichtsinhalten bereits ein Wissen, das sie sich im Alltag erworben haben. Diese gerade bei Hauptschülern oftmals falschen oder nichtverstandenen Vorstellungen können zu erheblichen Verständnisproblemen führen, da sich die Schüler nur sehr schwer und ungern von ihren Alltagsvorstellungen[29] lösen und diese oftmals mit dem im Unterricht erworbenen Wissen vermengen. Um Missverständnisse zu vermeiden und Verständnisprobleme zu minimieren sollten die Schülervorstellungen immer wieder aufgegriffen, thematisiert und wenn möglich mit experimentellen Befunden auf ihre Korrektheit überprüft werden. Nur durch ein operatives Vorgehen können derartige falsche Strukturen in den Vorstellungen der Schüler ausgeräumt werden. In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die Bedeutung des „praxisorientierten Unterrichts“ hingewiesen, da nur durch das Aufgreifen von Alltagsphänomenen im Unterricht derartige falsche Vorstellungen korrigiert werden können.

[27] vgl. SCHMINKE 2003, S. 92
[28] vgl SPITZER 2002, S.416
[29] vgl FUND & DUIT, 2000.

- **Elementarisierung**

  Unter Elementarisierung[30] wird das Bemühen verstanden, den Lerngegenstand, das Objekt, mit dem Schüler, dem Subjekt, durch Unterricht zur Deckung zu bringen. Synonym mit Elementarisierung wird der Begriff didaktische Reduktion gebraucht. Gerade im Chemieunterricht an der Hauptschule sind Überlegungen zur Elementarisierung von großer Bedeutung, auch wenn wichtige Vorentscheidungen bereits durch die Lehrpläne vorgegeben sind. Die Berücksichtigung der Individuallage der Klasse, d. h. die Berücksichtigung der individuellen Lernvoraussetzungen der Schüler ist bei der Planung des Unterrichts von besonderer Bedeutung, soll nicht „über die Köpfe der Schüler hinweg" unterrichtet werden. Bei der Elementarisierung muss dem *Prinzip der fachlichen Richtigkeit*, dem *Prinzip der fachlichen Ausbaufähigkeit* sowie dem *Prinzip der Angemessenheit* Rechnung getragen werden.

Im Chemieunterricht sind folgende Elementarisierungsmaßnahmen möglich:

- Elementarisierung durch Beschränkung auf die Qualitative Ebene
- Elementarisierung durch Vernachlässigung
- Elementarisierung durch Rückgriff auf historische Erkenntnisstufen
- Elementarisierung durch Generalisierung
- Elementarisierung durch Partikularisierung
- Elementarisierung durch Vernachlässigung begrifflicher Differenzierungen

Als Beispiel für eine durchaus umstrittene Elementarisierung wäre die Vernachlässigung der **Ionentheorie** in der Hauptschule zu nennen. Zwar entlastet man hierdurch den Schüler auf der einen Seite vom Verstehen und Lernen einer Modellvorstellung, auf der anderen Seite wird dem Schüler ein verständiges Durchdringen der Themen Salze bzw. Säuren und Basen oder Elektrolyte eher erschwert, da ihm die zum Verständnis notwendigen Grundlagen vorenthalten werden.

[30] vgl. BAUER, H. F. und BADER, H. J. in PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H. J. 2002, S. 181 ff.

- **Modelle**

  Der Begriff Modell hat in der Chemiedidaktik eine mehrfache Bedeutung. Zum einen sind damit gegenständliche Festkörper- und Molekülmodelle gemeint, die der Schüler anfassen und damit den Bau der Moleküle *be-greifen* kann. Zum anderen sind viele Unterrichtsinhalte, die sich in atomaren Größenordnungen bewegen, (wie z. B. Elektronen- oder Protonenübertragungen) Modellvorstellungen, mit denen Wissenschaftler die beobachteten Phänomene zu erklären versuchen. Gerade in der Hauptschule muss auf Modelle bzw. Modellvorstellungen zurückgegriffen werden, die auf die kognitiven Fähigkeiten der Schüler ausgerichtet sind und mit deren Hilfe sich die Schüler ein vereinfachtes Bild von den realen Gegebenheiten machen können. In dieser Hinsicht sind einfachere historische Modellvorstellungen oftmals besser geeignet als moderne, welche die Verhältnisse zwar exakter wiedergeben, für die Schüler aber oftmals keine angemessene Vorstellungshilfe darstellen.

- **Problemlösender Unterricht / forschend-entwickelndes Unterrichtsverfahren**

  Nicht nur im Chemieunterricht ist die problemlösende Vorgehensweise eine vielversprechende Unterrichtsmethode. Gerade der naturwissenschaftliche Unterricht bietet jedoch durch seine experimentellen Möglichkeiten vielfach Gelegenheit problemlösenden Arbeitens. Ein allgemein anerkanntes **Artikulationsschema** für problemlösenden naturwissenschaftlichen Unterricht ist „Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren“ nach Schmidkunz-Lindemann[31] das in der linken Spalte von Tabelle 2.4 dargestellt ist.

  Die rechte Spalte der Tabelle soll die einzelnen Artikulationsstufen konkretisieren, indem Schüler- bzw. Lehrertätigkeiten den Artikulationsstufen zugeordnet werden. Natürlich können und müssen nicht alle Artikulationsstufen in jeder Unterrichtseinheit durchlaufen werden. Im übrigen stellen auf 45 Minuten festgelegte Unterrichtseinheiten ein nicht unerhebliches Hindernis für den forschend-entwickelnden Unterricht dar. Sollen in einer Unterrichtsstunde sämtliche Stufen durchlaufen werden, muss bezüglich des Unterrichtsinhaltes eine Überfrachtung unbedingt vermieden werden.

[31] SCHMIDKUNZ, LINDEMANN, 1981

Tabelle 2.4: Artikulationsschema des forschend- entwickelnden Unterrichts

Artikulation nach Schmidkunz – Lindemann	**Unterrichtsverlauf / Organisation**
	Vorbereitung des Experimentiermaterials
1 Problemgewinnung Problemgrund Problemfindung Problemformulierung	Folie, Buch, Originalbegegnung, Lehrererzählung. Unterrichtsgespräch. Die Schüler formulieren das Problem. Fixierung des Problems an der Tafel
2 Überlegungen zur Problemlösung Analyse des Problems Vorschläge zur Problemlösung Entscheidung für einen Lösevorschlag	 Unterrichtsgespräch: Wie kann das Problem gelöst werden? Formulierung von Hypothesen.
3 Durchführung eines Problemlösevorschlags Planung des Lösevorschlags Praktische Durchführung des Lösevorschlags Erörterung und Zusammenfassung der Ergebnisse	 Schüler planen das Experiment. Die Versuchsanleitung wird durchgesprochen. Das Experimentiermaterial wird ausgegeben. Schüler experimentieren in Gruppen. Das Experimentiermaterial wird eingesammelt. Schüler stellen ihre Ergebnisse vor. Fixierung der Ergebnisse an der Tafel.
4 Abstraktion der gewonnenen Erkenntnisse Ikonische Abstraktion Verbale Abstraktion Symbolhafte Abstraktion	 Zeichnen von Darstellungen. Formulieren von Merksätzen, Wortgleichungen. Entwickeln von Formelgleichungen.
5 Wissenssicherung Anwendungsbeispiele Wiederholung des Inhalts und der Denkphasen Lernzielüberprüfung	 Anwendungen aus dem Erfahrungsbereich der Schüler. Schüler formulieren mit eigenen Worten die gewonnenen Erkenntnisse.

Die Möglichkeiten der Einflussnahme der Fachdidaktik auf den Chemieunterricht stellt MELLE übersichtlich dar:

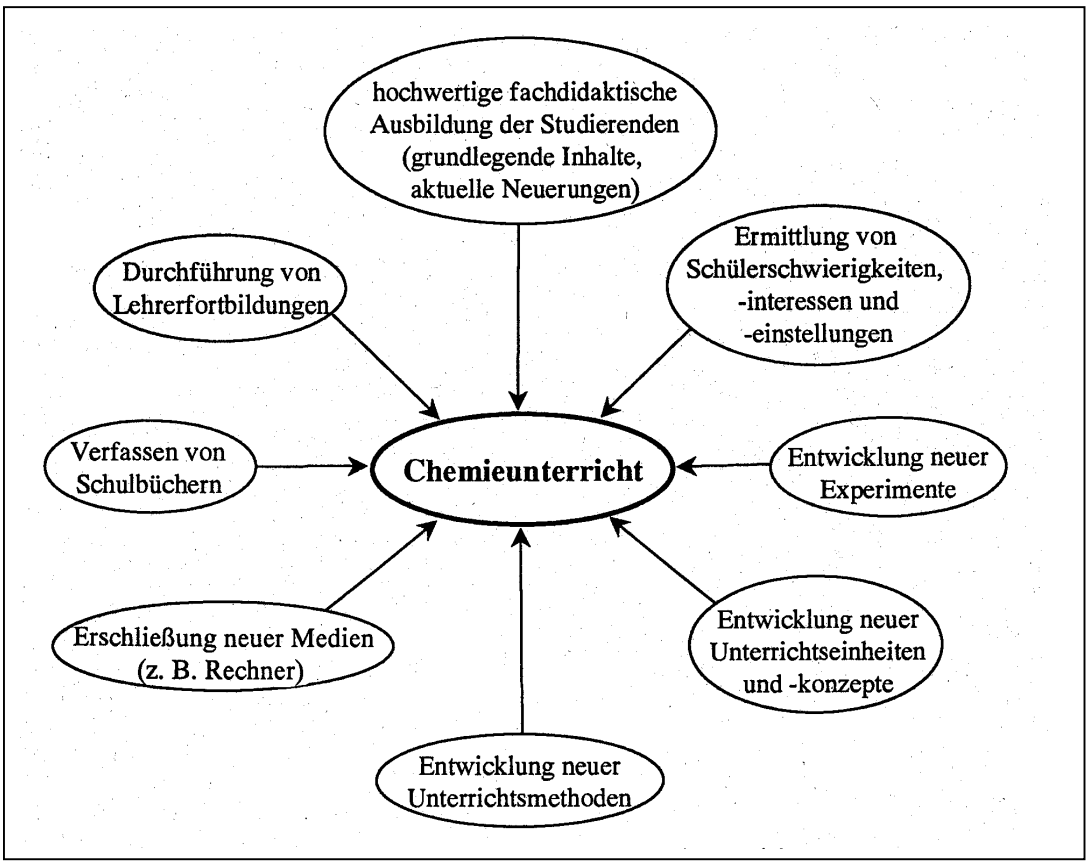

hochwertige fachdidaktische Ausbildung der Studierenden (grundlegende Inhalte, aktuelle Neuerungen)
Durchführung von Lehrerfortbildungen
Ermittlung von Schülerschwierigkeiten, -interessen und -einstellungen
Verfassen von Schulbüchern
Chemieunterricht
Entwicklung neuer Experimente
Erschließung neuer Medien (z. B. Rechner)
Entwicklung neuer Unterrichtseinheiten und -konzepte
Entwicklung neuer Unterrichtsmethoden

Abbildung 2.7: Einflussmöglichkeiten der Fachdidaktik auf den Chemieunterricht[32]

Ganz allgemein kann für alle Schultypen gesagt werden, dass sich neuere Entwicklungen in der Fachdidaktik nur recht langsam im alltäglichen Unterricht in den Schulen niederschlagen[33]. Dies liegt daran, dass in erster Linie die Lehramtsstudenten mit der Fachdidaktik an den Universitäten in Berührung kommen. Besserung in dieser Hinsicht soll eine verstärkte Zusammenarbeit von Universität und Schule bei der Lehrerfortbildung bringen, *„...denn es kann davon ausgegangen werden, dass Lehrer Inhalte, die sie auf Fortbildungen kennen gelernt und diskutiert haben, eher im Unterricht umsetzen, als wenn sie diese nur durch Lesen von Publikationen oder (mit deutlicher Zeitverzögerung) von Schulbüchern zur Kenntnis nehmen ...“*[34] Gerade im Bereich der Hauptschule ist dies von besonderer Bedeutung, da die Lehrkräfte auch während ihrer Ausbildung fachdidaktische Kompetenzen nicht in allen Fächern, die sie unterrichten, aufbauen konnten.

[32] MELLE 1999, S. 21
[33] vgl. MELLE 1999, S.17ff
[34] MELLE 1999, S. 22

2.1.6. Ergebnisse aktueller Bildungsstudien

Bildungsstudien verfolgen den Zweck, die Qualität im nationalen oder internationalen Bildungsbereich zu dokumentieren und zu vergleichen, um Ansätze zu einer Optimierung der Bildungseinrichtungen zu erlangen. Nach der **TIMS-Studie** hat vor allem die PISA – Studie in Deutschland große gesellschaftliche Resonanz erfahren, da die Leistungen der deutsche Schüler im internationalen Vergleich nur im unteren Mittelfeld anzusiedeln waren. Die Ergebnisse der **PISA-Studie** beeinflussen daher in gewisser Weise jegliche didaktische Überlegung und Diskussion der letzen Jahre.

Hauptschulrelevante Ergebnisse der Studie PISA 2000

Im Rahmen der Studie PISA 2000 wurden die Basiskompetenzen von Schülern im Alter von 15 Jahren im internationalen Vergleich von 32 Staaten getestet. Neben *Lesekompetenz* sowie *Mathemaische Grundbildung* war *Naturwissenschaftliche Grundbildung* einer der Bereiche, in denen insgesamt 180.000 Schülerinnen und Schüler mit einheitlichen Testaufgaben konfrontiert wurden. PISA geht von einer modernen Konzeption der naturwissenschaftlichen Grundbildung, **Scientific Literacy**, aus, die an den Anforderungen einer Wissensgesellschaft orientiert ist. Charakteristisch für den Literacy-Ansatz ist die Betrachtung naturwissenschaftlicher Kompetenz in ihrer Bedeutung für eine verantwortungsvolle und verständige Teilnahme am gesellschaftlichen Leben. Dabei geht es weniger um die Übernahme von Faktenwissen, sondern vielmehr um den Aufbau von Kompetenzen. Diese Kompetenzen kann man vier übergeordneten Bereichen zuordnen[35] :

- naturwissenschaftliche Begriffe und Prinzipien,
- naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden und Denkweisen,
- Vorstellungen über die Besonderheit der Naturwissenschaft,
- Vorstellungen über die Beziehungen zwischen Naturwissenschaft, Technik und Gesellschaft.

Auch in der Lehrplanentwicklung der Bundesländer ist seit einigen Jahren eine Tendenz hin zu einem Verständnis von naturwissenschaftlicher Grundbildung als Literacy festzustellen[36]. PISA greift diesen Scientific-Literacy-Ansatz auf und definiert naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) wie folgt:

[35] vgl. DUIT, HÄUßLER U. PRENZEL, 2001
[36] vgl. RIQUARTS U. WADEWITZ, 1999

„Naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) ist die Fähigkeit, naturwissenschaftliches Wissen anzuwenden, naturwissenschaftliche Fragen zu erkennen und aus Belegen Schlussfolgerungen zu ziehen, um Entscheidungen zu verstehen und zu treffen, welche die natürliche Welt und die durch menschliches Handeln an ihr vorgenommenen Veränderungen betreffen.“[37]

Hieraus resultieren drei Bereiche, die bei der PISA 2000-Studie untersucht werden:

1. naturwissenschaftliche Prozesse
2. naturwissenschaftliche Konzepte
3. Anwendungsbereiche

Im internationalen Vergleich lagen die Leistungen der deutschen Schüler insgesamt deutlich unterhalb des Durchschnitts der beteiligten Staaten. Dabei sind die Unterschiede zwischen den Schulformen erwartungsgemäß beträchtlich. Während die Leistungen der Gymnasiasten deutlich über den Durchschnittswerten im internationalen Vergleich liegen, befinden sich die Leistungen der Hauptschüler am unteren Ende der Skala. Die Befunde über die großen Unterschiede im Niveau naturwissenschaftlicher Grundbildung, in Abhängigkeit vom jeweiligen Schultyp, belegen die **starke Leistungsdifferenzierung** im deutschen Schulsystem. Besondere Schwächen zeigten die Hauptschüler bei der Interpretation von Graphiken, der Verbalisierung naturwissenschaftlicher Sachverhalte sowie dem Ziehen von Schlüssen aus Texten. Besonders bemerkenswert erscheint den Autoren der „relativ große Abstand des unteren Leistungsbereichs zum internationalen Durchschnitt“.[38] PRENZEL u.a. stellen im Bericht über PISA 2000 fest:
„Allerdings scheint die Zuordnung der Schülerinnen und Schüler auf die unterschiedlichen Schulformen nicht mit einem spezifischen Förderansatz verbunden zu sein. Der internationale Vergleich zeigt, dass in Deutschland insbesondere die Schülerinnen und Schüler im unteren Leistungsbereich kaum mehr eine förderliche Entwicklungsumgebung vorfinden, die in anderen Ländern offensichtlich durchaus gegeben ist. ... Neben unterrichtsorganisatorischen Maßnahmen bedarf es einer didaktischen Umorientierung in Richtung auf einen stärker problem- und anwendungsorientierten Unterricht.“[39]

[37] *OECD, 1999, S. 60*
[38] vgl. PRENZEL u. a., 2001
[39] PRENZEl u. a., 2001, S. 239

Als Ursachen für die im internationalen Vergleich schlechten Leistungen der deutschen Schüler im naturwissenschaftlichen Bereich werden genannt:

- Selektivität des dreigliedrigen Schulsystems, die nicht mit schulartspezifischen didaktischen Konzeptionen bzw. Fördermaßnahmen verbunden scheint,
- die mangelnde gesellschaftliche Wertschätzung der Naturwissenschaften,
- der relativ geringe Stellenwert der naturwissenschaftlichen Fächer innerhalb des deutschen Schulsystems,
- die Art und Organisation des naturwissenschaftlichen Unterrichts
- die Ausrichtung und Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts (didaktische Ansätze, Lernunterstützung)

Zum letztgenannten Punkt führen PRENZEL u.a. weiter aus:
„Die erheblichen Schwierigkeiten, die deutsche Schülerinnen und Schüler im Bereich des naturwissenschaftlichen Verständnisses und bei der Anwendung ihres Wissens haben, weisen darauf hin, dass der naturwissenschaftliche Unterricht in Deutschland noch zu wenig problem- und anwendungsorientiert ist.“[40]

Auf einige sehr interessante Ergebnisse der PISA – Studie weist SACHER[41] hin. So hängt die Lesekompetenz offenbar signifikant mit der **Qualität des Schüler-Lehrer-Verhältnisses** zusammen. Weiterhin gehen schlechte (Lese)-Leistungen mit schlechter **Schuldisziplin** einher, wobei die PISA – Punktedifferenz innerhalb Deutschlands zwischen den Klassen mit der besten Disziplin und jenen mit der schlechtesten Disziplin anderthalb mal so groß ist wie die Differenz zwischen Deutschland und PISA – Spitzenreiter Finnland[42]. SACHER stellt weitere bedenkenswerte Ergebnisse heraus:

- An deutschen Schulen werden hauptsächlich die schwachen Schüler unterstützt, während in anderen Ländern Schüler aller Leistungsniveaus gleichmäßig Unterstützung erfahren.

[40] PRENZEL u. a. 2001, 245
[41] vgl. SACHER 2003
[42] vgl. SACHER 2003, S. 5

- Arbeitsformen des sogenannten *Reformierten Unterrichts* bzw. der *Neuen Lernkultur* korrelieren mit höheren Leistungen. „Für Hauptschüler konnte gezeigt werden, dass fächerübergreifendes Lernen mit besseren Mathematikleistungen einhergeht und das Praktizieren von Freiarbeit ebenfalls mit höherer Lesekompetenz verbunden ist.“[43]
- Familiäre Faktoren sind weitaus bedeutender für die Schulleistung als die schulischen.

Ansätze für eine Weiterentwicklung des naturwissenschaftlichen Unterrichts wurden von der Bund- Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (BLK) ausgearbeitet und erprobt. Ziel ist die „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“[44]. Diese Ansätze können nicht nur auf der Schulebene zur Verbesserung der Unterrichtsqualität dienen, sondern bieten Anregungen und Hilfestellungen für die Lehrerbildung in Universität, Studienseminar und Fortbildung .[45]

[43] SACHER 2003, S. 7
[44] vgl. BLK, 1997; PRENZEL, 2000
[45] vgl. PRENZEL u. a., 2001, S. 245

2.2. Chemie-Experimente im Unterricht der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie

Der Begriff „Experiment“, geht auf die bedeutenden Naturforscher der Neuzeit, wie z.B. Galileo Galilei (1564 –1642) zurück.[1] Nach PFEIFER ist der Begriff „Experiment“ folgendermaßen definiert[2]: *„Ein Experiment ist ein planmäßig ausgelöster und durchgeführter Vorgang zum Zweck der Beobachtung. Es soll eine Antwort auf eine gezielte Frage geben: es ist letztlich eine „Frage an die Natur“. Dabei müssen alle Parameter, die den Ablauf des Vorgangs beeinflussen, kontrolliert werden können. Wichtig ist die Genauigkeit der gewonnenen Ergebnisse und die Reproduzierbarkeit aller Effekte“*

„Das chemische Experiment ist ... ein wesentlicher Bestandteil des Chemieunterrichts und zwar seit den frühesten Zeiten. Anfänge des Chemieunterrichts in den Schulen, die sich den Realien widmen sollten, waren geprägt durch das Vorführen und teilweise Selbstmachen von chemischen Versuchen durch den Schüler“[3]

Welche Bedeutung hat das Experiment im naturwissenschaftlichen Unterricht? Warum sollten überhaupt Experimente im Unterricht durchgeführt werden? Die Unterrichtsinhalte des Lehrplans lassen sich auch mit Hilfe von Medien vermitteln, gerade auch der Einsatz der neuen Medien bietet hier vielfältige Möglichkeiten. Fragt man jedoch Erwachsene, woran sie sich bezüglich des Chemieunterrichts noch erinnern, werden – vorausgesetzt es wurde im Unterricht experimentiert – sehr häufig an erster Stelle die gesehenen oder selbst durchgeführten Experimente genannt.[4] Was ist es also, das diese offenkundige Faszination des realen Experimentierens ausmacht?

Im folgenden Abschnitt soll das Experimentieren im Chemieunterricht der Hauptschule von verschiedenen Seiten beleuchtet werden. Dabei soll ein Überblick über Möglichkeiten und Grenzen von Experimenten, didaktische bzw. lerntheoretische Begründungen, Organisationsformen sowie Sicherheitsrichtlinien gegeben werden. Ist von „Demonstrationsexperimenten“ die Rede, sind damit „Lehrerdemonstrationsexperimente“ gemeint.

[1] vgl. MEDIENVERBUND CHEMS 1987, H.1, 5.
[2] PFEIFER in PFEIFER, HÄUSLER, LUTZ 1992, S. 104. vgl. auch: KUHN 1990, S. 2-9.
[3] ANTON 1999, S. 280.
[4] vgl. ANTON 1999, S. 278.

2.2.1. Das Experiment als zentraler Bestandteil naturwissenschaftlichen Arbeitens

„Die große Chance der naturwissenschaftlichen Fächer in der Schule besteht darin, dass naturwissenschaftliche Arbeitsweisen in Ansätzen und in einfacher Form in den Unterricht integriert werden können.“[5] Wie die anderen Naturwissenschaften ist die Chemie eine empirische Wissenschaft, Experiment und Beobachtung stehen im Mittelpunkt, auch wenn der Chemiker natürlich über eine Vielzahl an Daten sowie Theorien verfügt, mit deren Hilfe er Experimente gezielt planen und auch Hypothesen über die Ergebnisse des Experiments aufstellen kann.[6] Erst das real durchgeführte und ausgewertete Experiment jedoch entscheidet darüber, ob eine aufgestellte Hypothese oder eine Theorie bestätigt werden kann oder verworfen werden muss.

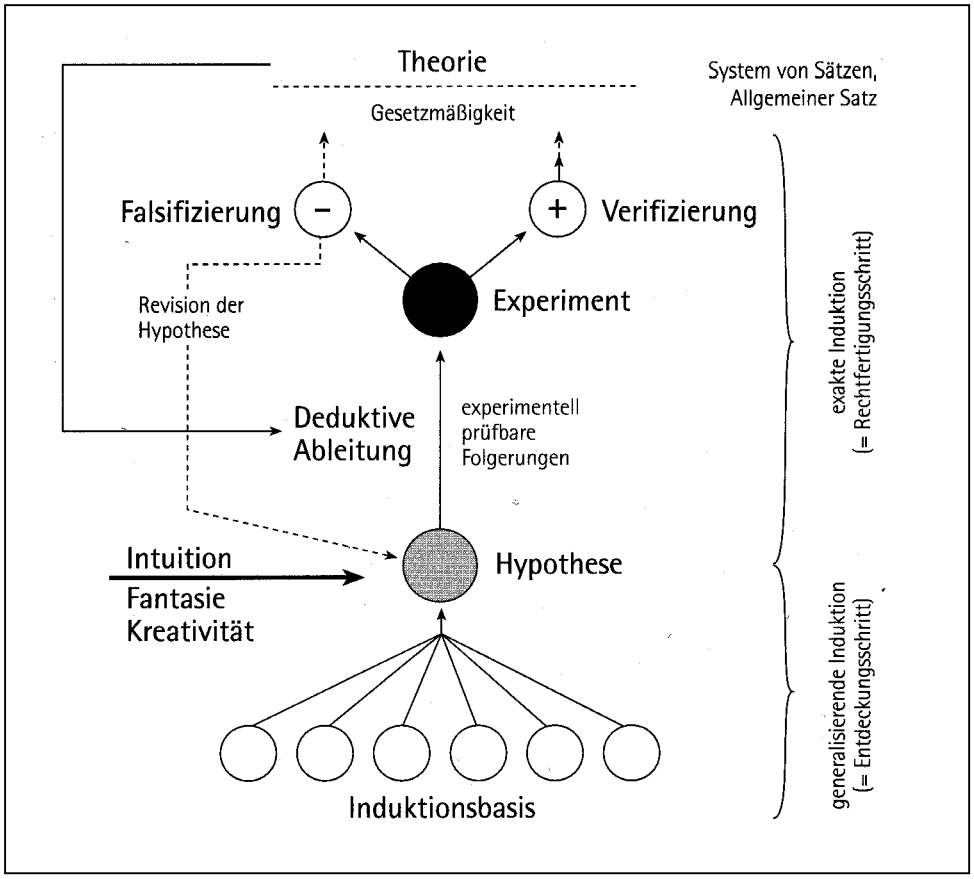


Abbildung 2.8: Wege zur naturwissenschaftlichen Erkenntnis, abgeändert nach Häusler[7]

[5] Bund-Länder-Kommission 1997, S.76
[6] vgl. PFEIFER 1992, S.104.
[7] LÜCK 2003

Im Zuge einer „Wissenschaftsorientierung“ sollte der Chemieunterricht den Schülern auch einen Einblick in die Denk- und Arbeitsweisen der Wissenschaft Chemie ermöglichen.[8] Daraus ergibt sich, dass das Experimentieren ein essentieller Bestandteil des Chemieunterrichts ist.[9] Das Experiment als wichtigste fachspezifische Arbeitsweise des Chemieunterrichts ermöglicht es den Schülern, konkrete Erfahrungen, eingebettet in einen entsprechenden Kontext, zu machen. Das Experiment hilft dem Lernenden zu „begreifen“ und lässt ihn so durch die Eigentätigkeit unmittelbar am Prozess der Erkenntnisgewinnung teilnehmen[10].

Oftmals fehlen den Schülern wichtige **Grundkompetenzen** naturwissenschaftlichen Arbeitens, so dass Experimente nicht so geplant, durchgeführt und ausgewertet werden können, wie es für einen größtmöglichen Lernerfolg notwendig wäre. Neuere Untersuchungen zeigten beispielsweise, dass selbst Gymnasiasten deutliche Schwierigkeiten bei der Planung und Auswertung von Experimenten haben. Als Ursache hierfür wird angesehen, dass die Schüler im Unterricht zu selten Gelegenheit haben, sich mit Situationen auseinander zu setzen, in denen sie selbstständig Schlüsse ziehen können. Den Schülern sollten also immer wieder Möglichkeiten geboten werden, diese Grundkompetenzen des Planens und Folgerns zu trainieren, wozu sich die handlungsorientierten und problemlösenden Unterrichtsmethoden in verschiedensten Fächern anbieten. Natürlich fördern aber auch gerade Experimente in der Fächergruppe PCB diese Fähigkeiten, wobei es von besonderer Wichtigkeit ist, dass die Schüler die Experimente in zunehmendem Maß selbst planen und selbstständig Schlussfolgerungen ziehen.[11] Auch WOEST stellt fest: *„Voraussetzung zur Förderung naturwissenschaftlichen Arbeitens ist die Vermittlung von kommunikativen Kompetenzen und die Beherrschung bedeutsamer Lern- und Arbeitstechniken durch die Schüler. Kommunikative Kompetenzen können nur mit entsprechender Ausrichtung des Unterrichts durch die Schüler selbst erworben werden. Dieser Prozess ist sehr zeitintensiv und stellt sich erst im Zusammenspiel aller Unterrichtsfächer ein. Auch der Chemieunterricht muss verstärkt Lern- und Handlungsanlässe bereitstellen, mit denen Kompetenzen zum Umgang mit Informationen und entsprechenden Darstellungstechniken erwerbbar sind.“*[12]

[8] vgl. PFEIFER 2003, S.9.
[9] vgl. BADER 1992, S. 292.
[10] vgl. PFEIFFER 1992, S. 292
[11] vgl. HEIMANN, 2003, S. 95.
[12] WOEST, 2003, S. 89

PRENZEL und PARCHMANN[13] betonen die **Schlüsselrolle des Experiments** für das Verständnis naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen. *„Ein tieferes Verständnis naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen wird vor allem dann erwartet, wenn Schülerinnen und Schüler immer wieder Gelegenheit erhalten, selbst zu experimentieren.“* Sie erwähnen jedoch auch empirische Befunde[14], welche die erwarteten positiven Wirkungen von (Schüler)-Experimenten auf das Interesse der Schüler am Unterricht bzw. für das Verständnis naturwissenschaftlicher Denk und Arbeitsweisen nicht bestätigen. Die Erklärung für diese Befunde erhält man, wenn man die oftmals praktizierte Vorgehensweise beim Experimentieren im Unterricht betrachtet:[15]

- Abarbeiten von Versuchsanleitungen, ohne den Sinn des Experiments zu erfassen
- Wenig Zeit für Entwicklung der Fragestellung und Versuchsplanung
- Geringe Bedeutung der Diskussion und Interpretation der Versuchsergebnisse im Unterrichtsverlauf
- Viel Zeit für Nebentätigkeiten, die mit dem Verständnis des Experiments wenig zu tun haben

Dies macht deutlich, dass die Einbettung der Experimente in einen problemlösenden, zum Mitdenken anregenden Unterrichtsverlauf von entscheidender Bedeutung für den Lernerfolg ist.

Eine Zusammenstellung grundlegender sowie integrierter Verfahren naturwissenschaftlichen Arbeitens im Unterricht findet sich bei PFEIFER[16].

„Anspruch und Freude am naturwissenschaftlichen Arbeiten schließen sich nicht aus, vor allem, wenn Schülerinnen und Schüler selbst aus einer Fragestellung heraus den Weg zum Experimentieren gefunden haben. Daraus kann sich eine Einstellung entwickeln, welche sich zum Beispiel in der viel geforderten *Freude am Experimentieren* und dem *sich für die Chemie begeistern* niederschlägt.“[17]

[13] PRENZEL u. PARCHMANN 2003, S. 15
[14] vgl. HARLEN 1999; LUNETTA 1998, S. 249-268
[15] vgl. EULER 2002, S. 13-42
[16] siehe PFEIFER 2003, S. 10
[17] PFEIFER 2003, S. 9

2.2.2. Das Experiment als Bestandteil einer neuen Lehr- Lern- Kultur[18]

Empirische Untersuchungen[19] zeigen, dass bei mehr als 50 Prozent der Schüler die Lernschwierigkeiten maßgeblich darauf zurückführen sind, dass ihnen die nötigen Methoden und Techniken zur Planung und Steuerung ihres eigenen Lernens fehlen.
Der gängige lehrerzentrierte, verbal-abstrakte Unterricht kann immer nur dann als erfolgreich bezeichnet werden, wenn die Rezeptionsbereitschaft und die Rezeptionsfähigkeit der Schüler ausreichend vorhanden sind. Die Mehrzahl der Schüler in der Hauptschule wird aber dem praktisch-anschaulichen Lerntyp zugerechnet, d.h. sie benötigen zum erfolgreichen Lernen möglichst solche Anforderungen und Aufgaben, die mit praktischer Lerntätigkeit verbunden sind. Somit müssen also dem Schüler aktiv-kreative Zugänge zum jeweiligen Lernstoff eröffnet werden.[20]

Die baden-württembergische Kultusminsterin Anette Schawan fordert daher, dass die „Schule von der Belehrungskultur wieder zur Lernkultur werden muss. Schüler dürfen nicht länger in Routine erstarren.“[21]Für eine Umgestaltung des Unterrichts auf mehr selbst gesteuertes, methoden-, team- und projektorientiertes Lernen sprechen auch Ergebnisse aus der Lernforschung und Lernpsychologie. Eine Untersuchung der American Audiovisuell Society zur Wirksamkeit unterschiedlicher Formen der Informationsaufnahme zeigt, dass der Mensch durchschnittlich 20 Prozent von dem behält, was er hört, und nur 30 Prozent von dem, was er sieht. Was der Mensch allerdings aktiv sagt, bzw. konstruktiv tut, behält er durchschnittlich 79-90 Prozent.[22]

KLIPPERT[23] erwähnt, dass diese hohe Behaltensrate beim Tun darauf zurückzuführen ist, dass beim Lernen in konkreten Handlungsvollzügen verschiedene Sinne angesprochen werden, die sich kumulativ ergänzen. Die Lebensbedingungen und – Lebensgewohnheiten der Schüler haben sich in den beiden letzten Jahrzehnten rasant gewandelt. Dieser Umbruch stellt das schulische Lehren und Lernen vor grundlegend neue Herausforderungen, denen die meisten Lehrkräfte relativ irritiert und hilflos gegenüberstehen.

[18] vgl BABINSKI 2002, S. 3-6
[19] HILLIGEN 1985
[20] vgl. KLIPPERT 2000, S. 23ff
[21] KLIPPERT 2001, S. 35
[22] vgl. WITZENBACHER 1985, S. 17
[23] vgl. KLIPPERT 2001, S. 31

Die veränderte Kind- und Jugendzeit unserer Schüler fördert das starke Rezeptionsbedürfnis. Denn „Jugendliche, die tagtäglich über mehrere Stunden hinweg Filme, Videoclips und/oder Computerspiele genießen, sind nun einmal relativ verwöhnt und lassen sich daher von den gängigen Lehrerdarbietungen nicht mehr vom Stuhl reißen“.[24]

Eine weitere gravierende Veränderung sieht KLIPPERT[25] im Alltag von Kindern und Jugendlichen, da diese immer weniger Gelegenheit zur Eigentätigkeit erhalten. Dies betrifft das Erfinden von Spielen und Spielzeugen genauso wie den produktiven Umgang mit Problemen und Schwierigkeiten im Alltag. Damit entfällt in zunehmendem Umfang jene Selbsterprobung und Selbsterfahrung, auf die Heranwachsende so dringlich angewiesen sind, wenn sie Selbstständigkeit und Selbststeuerungsfähigkeit, Problemlösungsvermögen und Selbstvertrauen, Eigeninitiative und Selbstwertgefühl, Zielstrebigkeit und Durchhaltevermögen entwickeln sollen. Fehlen derartige Bewährungssituationen, so werden die betreffenden Kinder über Gebühr abhängig vom Lob und vom Tadel anderer, von deren Weisungen, Hilfen und Kontrollen.

Aus diesen veränderten Lebensumständen müssen sich pädagogische Konsequenzen ergeben, wenn sich unsere Schüler zu mündigen Bürgern entwickeln sollen. Da der Lernerfolg der Schüler, wie bereits erwähnt, nicht nur an fachspezifischen Reproduktionsleistungen festgemacht werden darf, muss der erweiterte Bildungsbegriff vom inhaltlich-fachlichem Lernen auf methodisch-strategisches Lernen, auf sozial-kommunikatives Lernen und auf affektives Lernen erweitert werden. Anspruchsvolle Fachkompetenz verlangt sowohl Sach- und Fachverstand als auch Methodenkompetenz[26], Kommunikations- und Teamfähigkeit sowie Persönlichkeitsmomente (Selbstvertauen, Selbstwertgefühl, Kreativität, Eigeninitiative, Engagement, Frustrationstoleranz). Für Ausgestaltung dieser Kernkompetenzen bietet das Experimentieren als ideales Arbeitsfeld an.

[24] vgl. KLIPPERT 2000, S. 25
[25] vgl. KLIPPERT 2001, S. 18f
[26] vgl. SOMMER 2004

Tabelle 2.5: Der erweiterte Lernbegriff

Erweiterter Lernbegriff			
Inhaltlich-fachliches Lernen	**Methodisch-strategisches Lernen**	**Sozial-kommunikatives Lernen**	**Affektives Lernen**
- Wissen - Verstehen - Erkennen - Urteilen etc.	- Exzerpieren - Nachschlagen - Strukturieren - Organisieren - Problematisieren - Planen - Entscheiden - Gestalten - Ordnung halten - Visualisieren etc.	- Zuhören - Begründen - Argumentieren - Fragen - Diskutieren - Kooperieren - Integrieren - Gespräche leiten - Präsentieren etc.	- Selbstvertrauen entwickeln - Spaß an einem Thema/an einer Methode haben - Identifikation und Engagement entwickeln - Werthaltungen aufbauen etc.

Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen[27] von Schülern (*EVA)* wird unter anderem als Schlüssel für das möglichst wirksame Erreichen angestrebter Schlüsselqualifikationen angesehen. Nicht das Handeln allein, sondern die sinnvolle Integration von praktischem Tun, fachlicher Reflexion, konstruktiver Begriffserklärung, fachspezifischer Erkenntnisgewinnung und methodischem Vorgehen ist kennzeichnend für egenverantwortliches Arbeiten und Lernen. EVA zielt auf selbstständiges, selbstgesteuertes Lernen in Einzelarbeit, Partnerarbeit und Gruppenarbeit, es gibt dem Lernen einen erfahrbaren Sinn und führt auch zu einer fachlich tiefen Auseinandersetzung. Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen führt zu verstärkter intrinsischer Motivation, es entlastet den Lehrer, da Aufgaben und Verantwortlichkeiten an Schüler abgegeben werden können und Lehrerpräsenz reduziert wird. Das Selbstmanagement der Schüler nimmt dabei zu, Lehrerzentrierung wird abgebaut. Während Kompetenzen und Fähigkeiten beständig weiterentwickelt werden, vermindern sich Schülerstörungen und Disziplinierungszwänge. Damit EVA auch zum Erfolg führt, müssen Schüler Übung und Routine in den verschiedenen Methoden erhalten. Methodenkompetenz im

[27] vgl. Klippert 2000, S. 35

Unterricht bedeutet also einerseits vertraut sein mit Makromethoden, andererseits ist das Beherrschen vielfältiger Mikromethoden dafür Voraussetzung. Intensives Üben, Reflexion und Routinebildung sind unabdingbar bezüglich der Methoden, um EVA realisieren zu können. Die Methoden können nach Mikro- und Makromethoden unterschieden werden:

Tabelle 2.6: Mikromethoden und Makromethoden[28]

Methodenkompetenz		
Vertraut sein mit zentralen Makromethoden	**Beherrschung elementarer Lern- und Arbeitstechniken**	**Beherrschung elementarer Gesprächs- und Kooperationstechniken**
Gruppenarbeit	**Lesetechniken**	Freie Rede
Planspiel	Markieren	Stichwortmethode
Metaplanmethode	Exzerpieren	Rhetorik (Sprach-/Vortragsgestaltung)
Fallanalyse	**Strukturieren**	**Fragetechniken**
Problemlösendes Vorgehen	Nachschlagen	**Präsentationsmethoden**
Projektmethode	**Notizen machen**	Diskussion/Debatte
Leittextmethode	Karteiführung	Aktives Zuhören
Schülerreferat	**Protokollieren**	Gesprächsleitung
Facharbeit	**Gliedern/Ordnen**	Gesprächsführung
Unterrichtsmethodik	**Heftgestaltung**	**Zusammenarbeiten**
Feedback-Methoden	**Visualisieren/Darstellen**	Konfliktmanagement
	Bericht schreiben	Metakommunikation
	Arbeitsplanung	
	Arbeit mit Lernkartei	
	Mnemo-Techniken	
	Arbeitsplatzgestaltung	
Makromethoden	Mikromethoden	

Die Methoden, welche beim Experimentieren im Unterricht Bedeutung haben können, indem sie zum einen für ein erfolgreiches Experimentieren benötigt werden, zum anderen beim Experimentieren selbst geschult und verbessert werden können, wurden durch Fettdruck herausgehoben.

[28] Klippert 2000, S. 28

2.2.3. Das Experiment unter dem Gesichtspunkt der konstruktivistischen Lerntheorie

„Entscheidend für wirksame und motivierende Lernprozesse ist letzten Endes die individuelle mentale Aktivität und die **individuelle kognitive Konstruktionsleistung** der Schüler.“[29] Im Laufe der letzen Jahre ist die konstruktivistische Sichtweise des Lernprozesses zunehmend in den Mittelpunkt der Diskussion gerückt. Grundgelegt ist diese Auffassung von Lernen bereits bei Piaget. „Aus konstruktivistischer Sichtweise kann produktives Lernen als Lernzyklus (lerning-cycle) beschrieben werden. Verschiedene Aktivitäten wie Exploration, Konzeptfindung oder Anwendung können mehrfach durchlaufen werden.“[30] Wesentliche Merkmale dieses Lernbegriffes können wie folgt dargestellt werden:[31]

- Lernen ist ein aktiver Prozess und erfolgt in der tätigen Auseinandersetzung mit dem Lerngegenstand.
- Lernen ist ein konstruktiver Prozess. Das Wissen (die Wirklichkeit, die Welt) wird selbständig (re-)konstruiert.
- Lernen erfolgt kumulativ. Neue Informationen werden mit bereits vorhandenen verknüpft. Das Vorwissen spielt eine entscheidende Rolle.
- Lernen findet in situativen und sozialen Kontexten statt.
- Lernen erfolgt selbstreguliert. Der Lehrende kann über den Lernenden nicht verfügen. Der Lerner ist autonom und für seinen eigenen Lernprozess verantwortlich.

„Diese Merkmale der konstruktivistischen Lerntheorie verlangen zwingend nach einer veränderten Lernkultur. Einer Lernkultur, die Lernen über Lehren, Konstruktion über Instruktion und Produktion über Reproduktion stellt.“[32]

Die konstruktivistische Sichtweise des Lernprozesses wird durch **aktuelle neurobiologische Erkenntnisse** gestützt.[33] Lernen erfolgt durch Aktivität, Wiederholung verstärkt den Lernprozess. Gleichzeitige Aktivität unterschiedlicher Bereiche des Gehirns führen zu einer stärkeren Verbindung der beteiligten

[29] KLIPPERT 2000, S. 32 nach MATURANA / VARELA 1984
[30] vgl. PFEIFER 2003, S. 8 nach SPENCER 1999, S. 56.
[31] nach MANDL & REIMANN-ROTHMEIER 1995
[32] Klippert 2000, S. 32
[33] vgl. SPITZER 2002

Neuronengruppen. Je stärker die Vernetzung ist, desto leichter wird der Zusammenhang aktiviert, wenn ein Teil angeregt wird. Sollen Begriffe und Ideen abrufbar sein, müssen dem Lernenden viele Angebote gemacht werden, einen Begriff in das vorhandene Netz einzubauen.

Dieses Netz hat eine individuelle Struktur bei jedem Lerner, die vorhandene Struktur und Vernetzung im Gehirn ist die entscheidende Bedingung dafür, was und wie man lernt. Die Neurobiologie unterstreicht auch die Bedeutung emotionaler Faktoren für den Lernerfolg. Der Unterricht in der Hauptschule bevorzugt das induktive Vorgehen. Er geht von Problemen aus der Alltagswelt der Schüler oder von anregenden Fragestellungen aus. Dadurch ist konstruktives und kumulatives Lernen, das an das Vorwissen anknüpft, möglich. Durch das Verwenden von Beispielen aus dem Erfahrungsbereich der Schüler wird die Motivation der Schüler gestärkt und der Bezug zwischen Lernstoff und Lebenswelt verdeutlicht.

Demnach ist nach Befunden der konstruktivistischen Lerntheorie entscheidend für wirksame und motivierende Lernprozesse die individuelle mentale Aktivität und die individuelle kognitive Konstruktionsleistung der Schüler.[34] Diese Erkenntnis spricht für die Bedeutung und den praktischen Nutzen **problemlösenden Experimentierens**. „Schüler, die erfolgreich lernen und behalten wollen, müssen möglichst oft und möglichst versiert zu Konstrukteuren von Erkenntnis- und Problemlösungsmustern werden. Sie müssen immer wieder angeregt und angeleitet werden, den Lernstoff in methodisch durchdachter Weise zu ordnen und so zu organisieren, dass sich einprägsame Strukturen und Handlungsabläufe ergeben, die eine längerfristige Verankerung des Gelernten gewährleisten.“[35] Damit diese Leistung von den Schülern erbracht werden kann, müssen diese über geeignete Werkzeuge (skills) verfügen, die im Unterricht eingeübt werden und immer wieder angewendet werden. Gerade diese problemlösende Vorgehensweise, gekoppelt mit der Anwendung eingeübter **fachspezifischer Arbeitsweisen**, ist beim Experimentieren gegeben, wenn das Experiment sinnvoll in den Unterrichtsverlauf eingebettet wird.

[34] vgl. MATURANA, VARELA 1984
[35] Klippert 2000, S. 32

2.2.4. Schülerexperimente im Chemieunterricht der Hauptschule

Schülerexperimente haben in Deutschland eine lange Tradition. *„Die ersten, bisher bekannt gewordenen chemischen Schülerübungen in Deutschland fanden 1825 an der ... Berliner Gewerbeschule statt.“*[36] Seither wird allgemein *„die Meinung vertreten, dem Schülerversuch sei, wann immer möglich, der Vorzug zu geben. Begründet wird dies mit dem besseren Lernen durch Eigentätigkeit, der Möglichkeit des entdeckenden Lernens, der zusätzlichen Einübung manueller Fähigkeiten und dem motivierenden Effekt, der von Experimenten ausgeht.“*[37]

BADER[38] weist darauf hin, dass die Überlegenheit von Schülerexperimenten gegenüber Demonstrationsexperimenten, was das Erreichen kognitiver Lernziele anbelangt, kaum durch empirische Untersuchungen[39] belegt werden kann. Auf der anderen Seite zeigen Untersuchungen der empirischen Lernforschung, dass die Behaltensleistung von Schülern stark von der jeweiligen Aktivität beim Lernen abhängig ist. Während Gehörtes nur zu 20 Prozent und Gesehenes zu ca. 30 Prozent erinnert werden kann, behalten Schüler 80 bis 90 Prozent von dem, was sie sich selbsttätig angeeignet haben.[40]

Auch ANTON[41] hinterfragt den Einsatz von (Schüler)-Experimenten und betont die Bedeutung der Einbettung des Experiments in ein sinnvolles, zum Kontext passendes Unterrichtskonzept. SCHARF[42] verknüpft die Frage nach dem Einsatz von Schülerexperimenten mit der affektiven, kognitiven oder psychomotorischen Zielsetzung des Unterrichts sowie entwicklungspsychologischen Aspekten. An der Hauptschule kommt der **affektiven und psychomotorischen Zielsetzung** des Unterrichts im Vergleich zu anderen Schultypen sicher eine vermehrte Bedeutung zu. Weiterhin betont SCHARF die Bedeutung von Schülerexperimenten zum Abbau rezeptiver Einstellungen bei den Schülern: „*Diese Einstellungen werden weitgehend durch den starken Einfluss der Medien ... im außerschulischen Bereich bewirkt. Der ... zu schau gestellte Perfektionismus verführt die Schüler zu leichtfertigen Urteilen und unkritischen Folgerungen. Der Weg zur Erkenntnis ist in der Regel mühsam und*

[36] LAUTENSCHLÄGER 1963, S. 19.
[37] BADER 2002, S. 315
[38] BADER 2002, S. 316
[39] vgl. WELTNER & WARNKROSS 1969, S. 553; WENZEK 1970
[40] vgl. WITZENBACHER 1985, S. 17
[41] vgl. ANTON 1999, S. 278 - 309
[42] vgl. SCHARF 1983, S.231

Schüler sollten durch eigenes Experimentieren im Unterricht erfahren, dass es Schweiß kosten kann, eine Apparatur oder einen Reaktionsablauf zur Erreichung eines gesicherten Befundes zu optimieren.“ Auch dieser Aspekt ist in Hinblick auf die Lebensumstände vieler Schüler der Hauptschule[43] von besonderer Bedeutung.

Abbildung 2.9 stellt mögliche Begründungen für einen Einsatz von Schülerexperimenten in Beziehung zu den vier Feldern der Allgemeinbildung[44] dar.

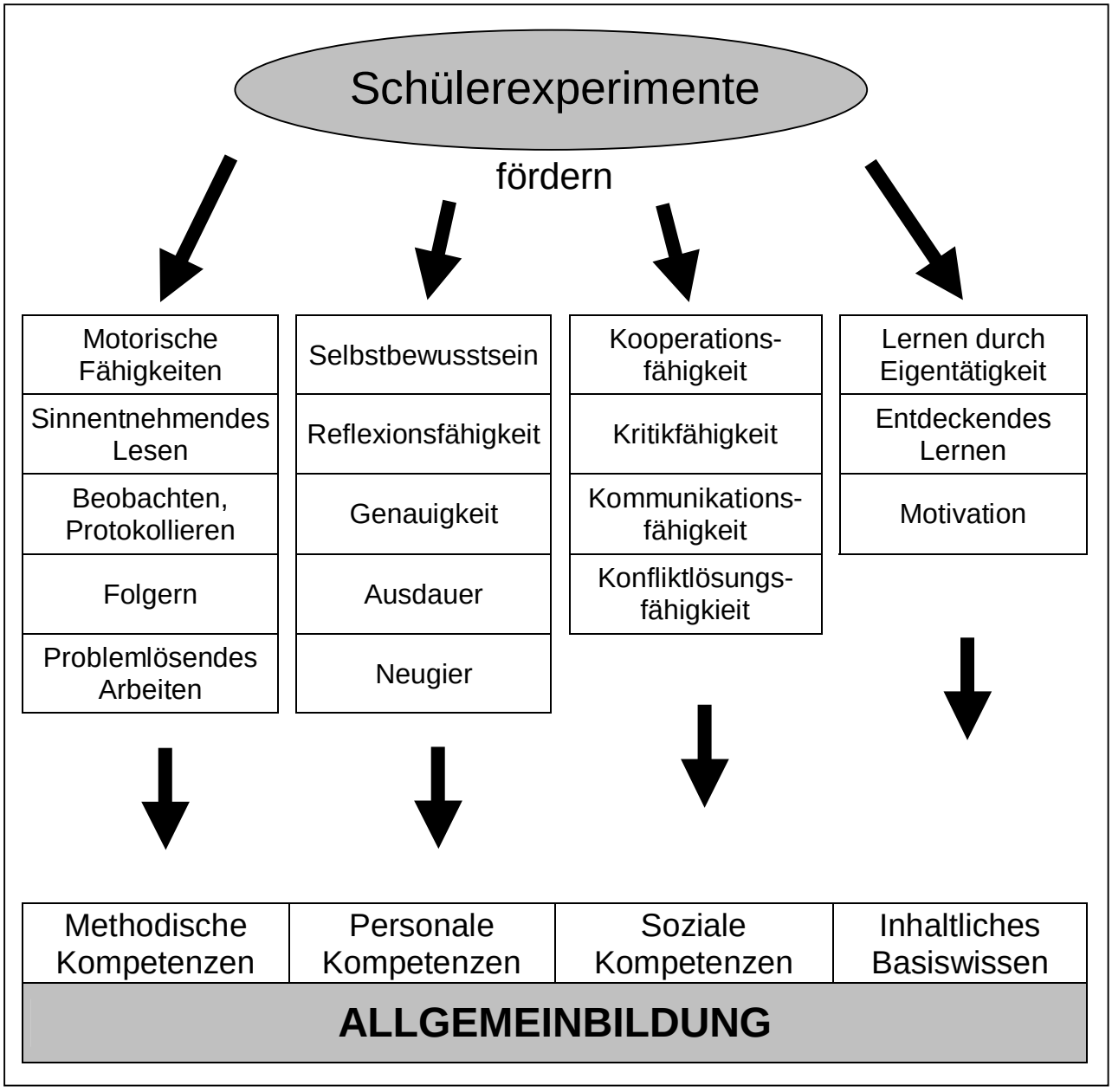


Abbildung 2.9: Zuordnung von Begründungen für einen Einsatz von Schülerexperimenten zu Feldern des Allgemeinwissens

[43] vgl. Abschnitt 2.1.3
[44] zu einer modernen Definition von Allgemeinbildung vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG 1998, S. 148

Auch unter Motivationsgesichtspunkten kommt dem (Schüler)-Experiment gerade im naturwissenschaftlichen Unterricht der Hauptschule eine zentrale Bedeutung zu. AEBLI[45] betont, dass im durchschnittlichen Unterricht das Handeln zu kurz kommt, *„dass Erkenntnisse zuerst einmal durch Suchen und Forschen, durch Beobachten und Nachdenken gewonnen werden müssen. Man kann sich Vorstellungen und Begriffe nicht in fertiger Form einverleiben. Man muss sie nachschaffen, nachkonstruieren. Nur dann sind sie etwas wert. Dem Begriff geht das Begreifen voraus, der Einsicht das Einsehen."* Schülerexperimente bieten geradezu ideale Möglichkeiten, diese Forderungen zu verwirklichen.

BRUNER hat wiederholt darauf hingewiesen, dass die Schüler durch handlungsorientierten Unterricht Handlungskompetenzen aufbauen, durch die eine ausgesprochen tragfähige „Kompetenz-Motivation" entsteht. Die Schüler wissen, wie sie an Probleme und Aufgaben herangehen müssen und können daher mit hoher Wahrscheinlichkeit mit einem Erfolg ihrer Bemühungen rechnen, was sehr motivierend wirkt.[46] Derjenige Schüler, der sich selbst als Subjekt und Verursacher von Lernprozessen begreifen kann, ist in der Regel wesentlich motivierter, als derjenige Schüler, der den Unterricht nur passiv und mehr oder weniger widerwillig über sich ergehen lässt.[47]

Dennoch kommt Schülerexperimenten, wie schon NENTWIG[48] und WENCK[49] zeigen konnten, im Schulalltag nur eine sehr geringe Bedeutung zu. Auch die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführte Erhebung kommt zu dem Ergebnis, dass die Lernchancen, welche Schülerexperimente gerade im Bereich von methodischen, personalen sowie sozialen Kernkompetenzen bieten, nicht in entsprechendem Umfang genutzt werden. Die Anregung und Befähigung der an der Hauptschule unterrichtenden Lehrkräfte zur vermehrten Durchführung von Schülerexperimenten ist deshalb eine zentrale Zielsetzung des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Fortbildungskonzepts.

[45] AEBLI 1983, S. 182
[46] vgl. BRUNER 1981, S. 22 ff
[47] vgl. WENZEL 1987, S.31 f
[48] vgl. NENTWIG 1978, S. 84
[49] vgl. NENTWIG, WENCK 1982, S. 71-73

2.2.5. Experimentelle Ausstattung an Hauptschulen

Grundvoraussetzung für die Durchführung von Demonstrations- oder Schülerexperimenten ist das Vorhandensein von Fachräumen bzw. einer entsprechenden Ausstattung an der jeweiligen Schule. Auch in dieser Beziehung nimmt die Hauptschule eine Sonderstellung ein. Da im Kollegium keine **Fachgruppen** existieren, hängt die Pflege der Fachräume und die Aktualisierung der experimentellen Ausstattung einer Schule von der Einstellung der Schulleitung zur Bedeutung des Experimentierens im Unterricht sowie vom Engagement einzelner Kollegen ab. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht existieren Fachräume an der bayerischen Hauptschule hauptsächlich in drei Ausprägungen:

- ***Fachräume für Demonstrationsexperimente.***

  Bei diesen Fachräumen existiert meist ein Labortisch für Demonstrationsexperimente mit Gas- Strom- und Wasseranschlüssen sowie Abflüssen. Teilweise ist auch ein Abzug vorhanden. Die Tische und Stühle für die Schüler sind ansteigend mit Blick zum Experimentiertisch angeordnet, so dass von jedem Platz eine relativ gute Sicht zum Demonstrationsexperiment gewährleistet ist. Die Schülertische besitzen keine Anschlüsse für Gas, Strom oder Wasser, sie sind, da relativ schmal, zum Experimentieren nicht geeignet.

- ***Fachräume für Schülerexperimente.***

  Diese Fachräume sind mit Schülerarbeitstischen ausgestattet, die meist Anschlüsse für Gas, Strom und Wasser sowie Abflüsse besitzen. Die Tische bieten meist Platz für je 4 Schüler, so dass in 4er-Gruppen experimentiert werden kann. Auf Grund der Anordnung der Tische sind diese Räume für die Demonstration von Experimenten durch die Lehrkraft meist weniger geeignet, da ein Experimentiertisch fehlt bzw. die Sicht für die Schüler schlecht ist.

- ***Kombinierte Fachräume für Demonstrations- und Schülerexperimente***

  sollen die Vorzüge der o.g. Fachräume kombinieren, da sowohl ein gut einsehbarer Labortisch für Demonstrationsexperimente als auch Schülertische vorhanden sind, die zur Durchführung von Schülerexperimenten geeignet sind. Diese sind entweder ansteigend mit Blick auf den Demonstrationstisch angeordnet, oder sie befinden sich zusätzlich zu den ansteigenden Tischen im hinteren Teil des Fachraumes.

Die Aufbewahrung des Experimentiermaterials steht in engem Zusammenhang mit der Organisationsform der Experimente.[50] Hierbei kommen im Wesentlichen vier Möglichkeiten in Frage

- ***Aufbewahrung des Materials in Schränken im Vorbereitungsraum***

  Das Material für Demonstrations- und Schülerexperimente wird in Schränken im Vorbereitungsraum aufbewahrt und vom Lehrer vor jeder Unterrichtsstunde für die einzelnen Schülerarbeitsgruppen neu zusammengestellt. Die Schüler erhalten somit nur das für einen bestimmten Versuch benötigte Material. Alternativ kann das Material auch für alle Arbeitsgruppen gemeinsam bereitgestellt werden. Diese Möglichkeit erfordert eine recht arbeitsintensive Vorbereitung des Lehrers, vor allem wenn die Ordnung im Vorbereitungsraum zu wünschen übrig lässt und damit benötigte Geräte nur schwer zu finden sind.

- ***Aufbewahrung des Materials in Schränken im Unterrichtsraum***

  Bei dieser Möglichkeit können sich die Schüler das für einen geplanten Versuch benötigte Material selbst an den Schränken zusammenstellen. Diese Variante erfordert eine relativ hohe Disziplin und Methodenkompetenz bei den Schülern.

- ***Aufbewahrung des Materials in Schülerarbeitstischen***

  Die Schüler verfügen in Ihrem Arbeitstisch über die gängigen Geräte, Chemikalien müssen zusätzlich ausgegeben werden. Für den Einsatz in der Hauptschule erscheint diese Variante aus mehreren Gründen wenig geeignet:
  - Physik, Chemie und Biologie werden im gleichen Fachraum unterrichtet.
  - Die Schüler sind bezüglich der Eigenverantwortlichkeit für Ordnung und Vollständigkeit des Arbeitstisches überfordert
  - Der hohe Aufforderungscharakter der vielen Materialien lenkt vom zielgerichteten Experimentieren ab.

  Bei RIDDER[51] findet sich ein mit der selbstständigen Versuchsplanung begründetes Plädoyer für diese Organisationsform in Kombination mit den Schränken im Unterrichtsraum.

[50] vgl BADER 2001, S. 312
[51] vgl. RIDDER 1992

- ***Aufbewahrung des Materials in thematischen Experimentierkoffern***

„Versuchskästen, die alles enthalten, um eine bestimmte Fragestellung praktisch-experimentell zu klären, werden für den schulischen Einsatz immer beliebter. Sie erfordern nicht viel Vorbereitungszeit oder technische Methodenkenntnis – das Experiment ist neudeutsch ausgedrückt: ready to go! Der Grund hierfür liegt auf der Hand: Lehrpläne oder Unterrichtsanregungen mahnen immer wieder die praktisch-experimentelle Vorgehensweise an. Im Alltag scheitert diese Vorgabe nicht selten an Zeitmangel sowie an fehlenden Geräten oder Chemikalien.“[52] Derartige Koffer oder Boxen werden von verschiedenen Herstellern bzw. Verlagen angeboten, in Zeiten knapper Kassen der Schulaufwandsträger verhindern die hohen Preise jedoch oftmals eine Anschaffung. Eine Alternative dazu ist das **Zusammenstellen thematischer Experimentierboxen** unter Mitverwendung vorhandenen Materials.[53]
Beim Einsatz thematischer Experimentierboxen sollte der Lehrkraft stets bewusst sein, dass sie mit dieser Vorgehensweise das selbstständige Planen des Experiments und damit das idealtypische problemlösende Vorgehen nicht unerheblich einschränkt. **Thematische Experimentierboxen können deshalb nur als eine durch die Rahmenbedingungen erforderliche „Notlösung“ betrachtet werden**. [54]
Hinweise zum Gebrauch von Geräten im chemischen Experimentalunterricht liefern HÄUSLER, RAMPF und REICHELT.[55] Über die Mindestausstattung für Schülerexperimente bestehen relativ klare Vorstellungen, die in einem Papier der GDCP[56] dargestellt sind. In letzter Zeit wieder verstärkt im Gespräch ist die Durchführung von Experimenten in der **Mikrotechnik**. Diese Idee ist nicht neu: „Vor rund 100 Jahren in Europa entstanden wurde der Ansatz in den 80er Jahren in den USA für die chemische Ausbildung in Schule und Universität wiederentdeckt. (...) Durch die Verwendung kostengünstiger Materialien aus dem Bereich der Medizintechnik ist ein experimenteller Zugang zur Chemie selbst unter Bedingungen begrenzter Materialien und Räumlichkeiten möglich.“[57] Dieser Ansatz ist, in Kombination mit thematischen Experimentierboxen, sicherlich auch für die Gegebenheiten an der Hauptschule sehr interessant.

[52] LUCIUS 2000
[53] siehe Abschnitt 3.3.2: Inhalte der Fortbildungsveranstaltungen
[54] BAUER, 1975, S. 156 - 163
[55] HÄUSLER, RAMPF, REICHELT 1991, S. 6-12
[56] Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik
[57] SCHWARZ, LUTZ 2004

2.3. Lehrerfortbildung

In allen Berufsgruppen stellt die Fortbildung der Mitarbeiter eine unerlässliche Maßnahme zur Sicherung oder Verbesserung der Stellung des Unternehmens im Wettbewerb dar. Auch in staatlichen Institutionen soll die Effizienz der Mitarbeiter durch Fortbildung gesteigert, das professionelle Wissen den Anforderungen der sich oftmals schnell wandelnden Rahmenbedingungen angepasst werden. Die Notwendigkeit einer qualitativ hochwertigen und effizienten Lehrerfortbildung unterstreichen, ganz allgemein gesehen, folgende Punkte:[1]

- Der Wunsch nach einer „guten Schule“ und nach „guten Lehrern“
- Die Erwartungen von Personen und Institutionen an das Bildungssystem
- Die Veränderungen in Wissenschaft und Gesellschaft

An dieser Stelle soll kurz auf die Explikation der Begriffe ***Fortbildung*** sowie ***Weiterbildung*** eingegangen werden, die in der Literatur oftmals wenig reflektiert und teilweise synonym benutzt werden. Nach BÖNSCH[2] versteht man unter Lehrerfortbildung „alle Maßnahmen, die der Auffrischung, der Aktualisierung und dem Ausbau von im Prinzip vorhandenen Kompetenzen dienen“, während Weiterbildung „Ergänzungs-, Erweiterungs- und Spezialqualifikationen...“ aufbauen soll. In vielen Fällen wird man allerdings bei einer konkreten Maßnahme nicht genau unterscheiten können, ob es sich dabei um eine Fortbildung oder um eine Weiterbildung handelt, da jede einzelne Lehrkraft unterschiedliche Voraussetzungen bezüglich der Inhalte mitbringen kann. Beispielsweise kann eine Fortbildung zur Projektmethode für die eine Lehrkraft eine Fortbildung, für die andere eine Weiterbildungsmaßnahme sein. Dies gilt insbesondere bei Angeboten für Hauptschullehrkräfte, da diese auf Grund ihrer speziellen Ausbildungssituation für einzelne Unterrichtfächer ein sehr unterschiedliches Vorwissen aufweisen. Deshalb wird im Rahmen dieser Arbeit im Allgemeinen nicht explizit zwischen Fortbildung und Weiterbildung unterschieden.

[1] vgl. MILLER 1995, S. 25f
[2] BÖNSCH 1983, S. 315

2.3.1. Lehrerfortbildung als Teil der Erwachsenenbildung

Die Fortbildung – und damit auch die Lehrerfortbildung – stellt einen bedeutenden Teil der Erwachsenenbildung dar. Die Bildungsmotivation ist bei der Fortbildung primär berufsbildender Art, „man will beruflich auf dem Laufenden bleiben, und seine Arbeitsmarktchancen verbessern.“[3] Dabei kann die Motivation eher intrinsisch (z.B. Interesse an neuen Unterrichtsmethoden) oder eher extrinsisch (z.B. verpflichtendes Fortbildungskontingent) gelagert sein, was erheblichen Einfluss auf den Lernerfolg haben kann.

Was unterscheidet nun die Erwachsenenbildung von der Bildung im Jugendalter? Ein Aspekt ist, dass Erwachsene im Vergleich zu Jugendlichen eine wesentlich ausgeprägtere **Lernbiografie** vorzuweisen haben. „Lernen ist einerseits ein lebenslanger Prozess der Sozialisation und Enkulturation, andererseits ein kontinuierlicher Prozess der Individuation und Identitätsfindung.“[4] Von daher haben Erwachsene verstärkt Lernstile entwickelt, von denen sie nur ungern abweichen. Ein anderer wichtiger Aspekt ist die **Geschwindigkeit des Lernens**. „Die Geschwindigkeit des Lernens neuer Sachverhalte nimmt mit zunehmendem Alter ab, was gut mit den bekannten Daten zur Abnahme der **Neuroplastizität** im Laufe des Lebens übereinstimmt.“[5] Grundsätzlich ist die Abnahme der Lerngeschwindigkeit ein durchaus sinnvoller Prozess bei der Anpassung von Lebewesen an ihre Umwelt. Lebewesen, die bereits viel über ihre Umwelt „wissen“, erhöhen ihre Überlebenschancen, wenn sie bei neuen Reizen, die mit ihren Erfahrungen nicht übereinstimmen, nicht alles früher gelernte über Bord werfen. „Unter bestimmten Randbedingungen jedoch – und diese herrschen in der modernen Gesellschaft vor – ist die Abnahme des Lernens nicht sinnvoll bzw. führt zu Problemen. ...Weiterhin können ältere Menschen Mechanismen beim Lernen verwenden, die jungen Menschen noch nicht zur Verfügung stehen. Das Alter bietet also für das Lernen auch Vorteile.“[6]

ARNOLD, KRÄMER-STÜRZL und SIEBERT haben thesenartig Ergebnisse der entwicklungspsychologischen Lernforschung zusammengestellt, welche diese altersbedingten „Gewinne“ und „Verluste“ der Lernfähigkeit widerspiegeln:[7]

[3] ARNOLD, KRÄMER-STÜRZL, SIEBERT 1999, S. 38
[4] ARNOLD, KRÄMER-STÜRZL, SIEBERT 1999, S. 11
[5] SPITZER 2002, S. 277
[6] SPITZER 2002, S. 277
[7] ARNOLD, KRÄMER-STÜRZL, SIEBERT 1999, S. 15

- Die Individualisierungsthese gilt auch für Lernbiografien. Die individuellen Unterschiede innerhalb einer Altersgruppe sind meist größer als die Unterschiede zwischen zwei Altersgruppen aus einem Milieu.
- Die Individualisierungen, d. h. die Unterschiede der Lernstile und Lerninteressen, nehmen im höheren Alter noch zu.
- Das biologische Alter ist selten die primäre Ursache für Lerndefizite, sondern Faktoren, die altersabhängig sind, z.B. Krankheit, Verlust beruflicher und familiärer Rollen und Lernaufgaben.
- Wichtige Faktoren für den Erhalt der Lernfähigkeit sind kontinuierliche Übung („Lerntraining“) und Motivation („Lerninteresse“).
- Relativ alters stabil ist die kristallisierte Intelligenz, d.h. die Wissensinhalte und Fertigkeiten, die zur Lösung gewohnter Aufgaben erforderlich sind. Diese Fähigkeit wird neuerdings auch als „Pragmatik der Intelligenz“ bezeichnet.
- Dagegen nimmt die fluide Intelligenz im Alter ab, d.h. die Fähigkeit, neue Situationen und Aufgaben zu bewältigen, sich kognitiv und emotional umzustellen. Diese eher inhaltsneutrale Flexibilität wird auch als „Mechanik der Intelligenz“ bezeichnet.
- Die wichtigsten Ergebnisse der Gedächtnisforschung sind:
  “Die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses nimmt im Alter ab, die Lernprozesse sind störanfällig, kurzfristig Gelerntes kann schlechter erinnert werden, im Gegensatz dazu sind früher gelernte Inhalte gut abrufbar. Das semantische Gedächtnis arbeitet schlechter als das episodische Gedächtnis... Zusätzlich sind größere Schwierigkeiten bei der Enkodierung der Information erkennbar, die Informationsverarbeitung geht langsamer vor sich.“[8]
- Generell verringert sich das **Lerntempo** im Alter. Unter Zeitdruck liefern Ältere meist schlechtere Testergebnisse als Jüngere. Für diesen Zeitfaktor gibt es sozialisatorische Erklärungen (Ältere scheuen sich, Fehler zu machen), aber auch neurologische Erklärungen.

[8] KRUSE, RUDINGER 1997, S. 58f.

- Ältere verfügen über weniger **Lerntechniken** als Jüngere (die im Durchschnitt eine längere und „bessere“ Schulbildung erlebt haben und die auch Prüfungs- und Testsituationen gewohnt sind.)
- Ältere haben vielfältige **Erfahrungen** gemacht und ein **Lebenswissen** erworben, das es ihnen erleichtert, zwischen wichtigen und unwichtigen Informationen zu unterscheiden und neues Wissen in ihre Wissensnetze zu integrieren.
- Neuere Untersuchungen machen auf berufliche **„Stärken“** älterer Arbeitnehmer aufmerksam z.B. planendes Denken, synthetisches Denken (= unterschiedliche Informationen integrieren). Diese Stärken kommen bei einigen Arbeitsaufgaben mehr, bei anderen weniger zur Geltung.
- Vielfach ist festzustellen, „dass physische Fähigkeiten und Anpassungsfähigkeit (nämlich neue Konzepte begreifen, schnelles Lernen, Veränderungen durchführen, neue Technologien akzeptieren, Interesse an Training) beim älteren Arbeitnehmer abnehmen, während die allgemeine **Arbeitseffektivität** (Verlässlichkeit, Fleiß, Pflichtbewusstsein, Effektivität, Reflektiertheit, interpersonelle Fähigkeiten, Teamfähigkeit u. a.) zunehmen.“[9]

Die Aufgezeigten Erkenntnisse bezüglich des Lernens im Erwachsenenalter sollten bei der methodischen Planung eines Fortbildungskonzepts berücksichtigt werden.

[9] DITTMANN-KOHLI u.a.1997, S.221

2.3.2. Prozessstruktur und Inhalte in der Lehrerfortbildung

„Lehrerfortbildung umfasst – als Teil der Erwachsenenbildung – alle Maßnahmen, die der Erhaltung und Festigung der Qualifikation ausgebildeter Lehrerinnen und Lehrer dienen.“[10]MILLER stellt den Prozess der Lehrerfortbildung in folgender Struktur dar:

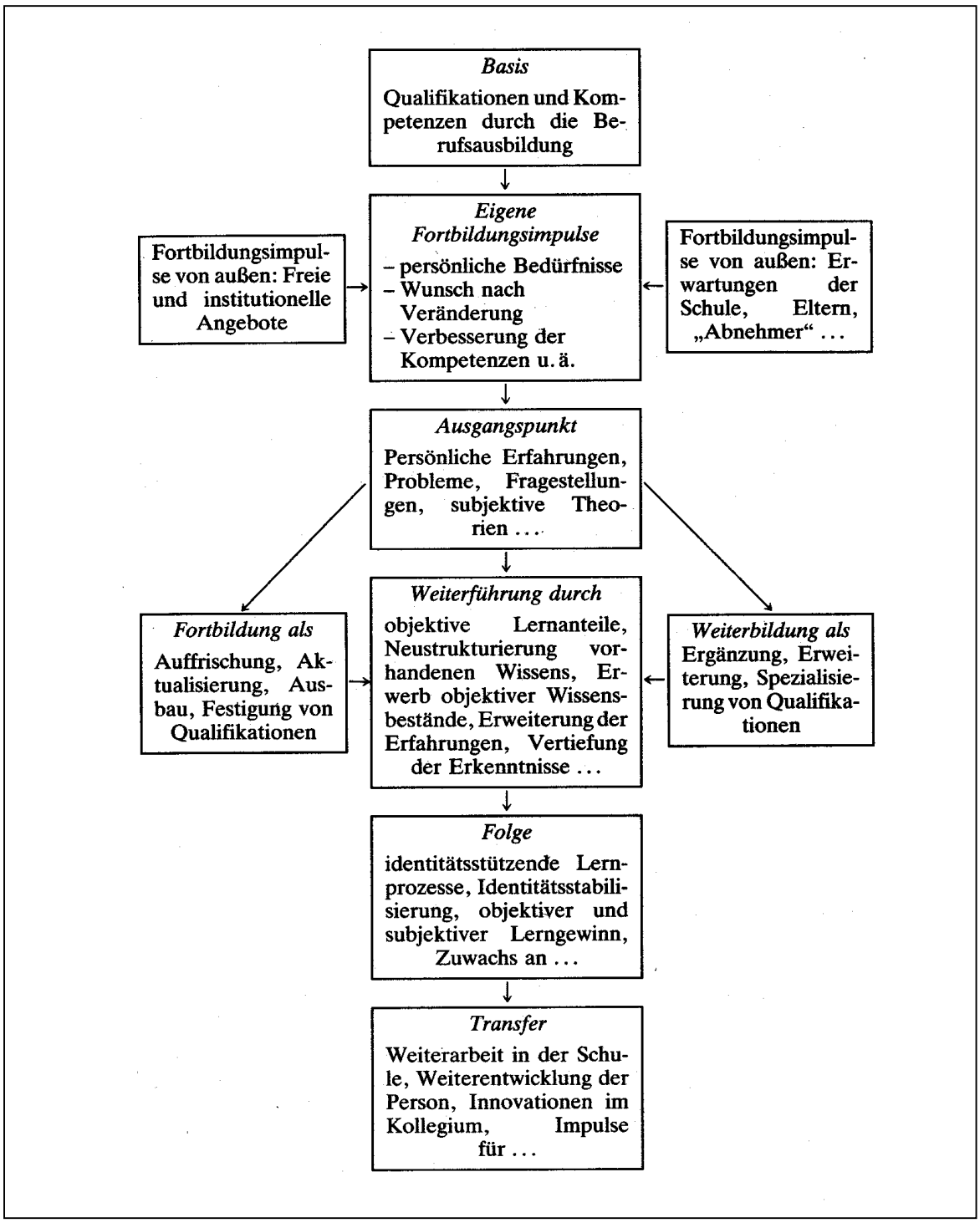

Basis
Qualifikationen und Kompetenzen durch die Berufsausbildung
Eigene Fortbildungsimpulse
– persönliche Bedürfnisse
– Wunsch nach Veränderung
– Verbesserung der Kompetenzen u. ä.
Fortbildungsimpulse von außen: Freie und institutionelle Angebote
Fortbildungsimpulse von außen: Erwartungen der Schule, Eltern, „Abnehmer“ ...
Ausgangspunkt
Persönliche Erfahrungen, Probleme, Fragestellungen, subjektive Theorien ...
Weiterführung durch
objektive Lernanteile, Neustrukturierung vorhandenen Wissens, Erwerb objektiver Wissensbestände, Erweiterung der Erfahrungen, Vertiefung der Erkenntnisse ...
Fortbildung als
Auffrischung, Aktualisierung, Ausbau, Festigung von Qualifikationen
Weiterbildung als
Ergänzung, Erweiterung, Spezialisierung von Qualifikationen
Folge
identitätsstützende Lernprozesse, Identitätsstabilisierung, objektiver und subjektiver Lerngewinn, Zuwachs an ...
Transfer
Weiterarbeit in der Schule, Weiterentwicklung der Person, Innovationen im Kollegium, Impulse für ...

Abbildung 2.10: Struktur der Lehrerfortbildung nach MILLER[11]

[10] KRÜGER 1988, S. 7
[11] MILLER 1995, S. 29

Diese prozessorientierte Struktur füllt MILLER mit berufsbezogenen Inhalten, die sich aus folgenden Punkten ergeben:[12]

- Bedürfnisse und Wünsche der Lehrkräfte
- Erwartungen der an der Schule Beteiligten
- Objektive Erfordernisse
- Grundgedanken des Erziehungs- und Bildungsauftrags der Schule
- Merkmale einer guten Schule

Die berufsbezogenen Inhalte unterteilt MILLER in 4 Kategorien:

1. *Förderung bedeutsamer Grundhaltungen*
   - Positives Selbstkonzept, positives Denken, Optimismus
   - Zufriedenheit, Ausgeglichenheit, Lockerheit, Humor
   - Partnerschaftlichkeit, Toleranz, Akzeptanz, Achtung der Person
   - Offenheit, Redlichkeit, Transparenz
   - Positive Rollenakzeptanz

2. *Förderung allgemeiner Fähigkeiten*
   - Berufliches Engagement, Vertrauenswürdigkeit
   - Einfühlungsvermögen, emotionale Stabilität
   - Dialog- und Beziehungsfähigkeit, Kommunikations-, Kooperations-, und Integrationsfähigkeit
   - Konflikt- und Kompromissfähigkeit, Belastbarkeit
   - Innovations- und Motivationsfähigkeit
   - Mut und Begeisterungsfähigkeit

3. *Erweiterung schulischer Qualifikationen*
   - Führungs- und Beratungskompetenzen
   - (Mit-)Gestaltung von Schulatmosphäre und „Sich wohlfühlen“
   - „Motor“ für Aktionen, Projekte, Feste, Feiern . . .
   - Bereitschaft zum pädagogischen Erfahrungsaustausch
   - Strukturierungs- und Organisationsfähigkeit
   - Sicherheit im Umgang mit Nähe und Distanz

[12] vgl. MILLER 1995, S. 28

4. Erweiterung/Vertiefung unterrichtlicher Qualifikationen

- differenzierte Unterrichtsvorbereitung und –planung
- **fachwissenschaftliche und fachdidaktische Kompetenzen**
- differenzierte Wahrnehmung und Beobachtung
- Ziel- und Leistungsorientierung
- Schülerorientierung, Differenzierung, Individualisierung
- Strukturierung, Fähigkeit zur Ordnung und (Selbst-)Disziplin
- Reflexion des unterrichtlichen Geschehens

Im Mittelpunkt des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Fortbildungskonzepts steht die Erweiterung und Vertiefung fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Kompetenzen im naturwissenschaftlichen Bereich, speziell im Fach Chemie. Neben diesen primären Fortbildungsinhalten werden aber sicher auch Inhalte aus anderen Bereichen berührt, beispielsweise „Strukturierungs- und Organisationsfähigkeit“ oder „Bereitschaft zum pädagogischen Erfahrungsaustausch“.

2.3.3. Didaktik und Methodik in der Lehrerfortbildung

Aus den bisherigen Überlegungen ergeben sich didaktisch – methodische Vorgaben, die bei Veranstaltungen der Lehrerfortbildung zu beachten sind. Die Didaktik und Methodik einer Fortbildungsveranstaltung unterscheidet sich nicht grundsätzlich von den didaktisch-methodischen Grundsätzen, welche vom schulischen Lernen von Jugendlichen her bekannt sind. Da es sich jedoch bei der Zielgruppe um „erwachsene Lerner“ handelt, sind die besonderen Voraussetzungen der Erwachsenenbildung zu berücksichtigen. Nicht unerheblich ist zudem, dass die Teilnehmer einer Lehrerfortbildung „**Experten der Didaktik und Methodik**“, nämlich ausgebildete und berufserfahrene Lehrer sind.

„Lebendiges und handlungsorientiertes Lernen stellt insbesondere in der beruflichen Weiterbildung mittlerweile einen wichtigen didaktischen Ansatz dar. Dabei werden lebendig und handlungsorientiert gestaltete Lernprozesse als grundlegende Voraussetzung dafür angesehen, dass Lernende neben ihren fachlichen Kompetenzen auch Schlüsselqualifikationen erwerben können ...“[13]

[13] ARNOLD, KRÄMER-STÜRZL, SIEBERT 1999, S. 34

Von zentraler Bedeutung für den Erfolg einer Fortbildungsveranstaltung ist generell die „Erwachsenengemäßheit“ des Fortbildungsangebots. Nach ARNOLD[14] kann eine Fortbildung als erwachsenengemäß angesehen werden, wenn die folgenden „**Kriterien erwachsenengemäßen Lernens**“ berücksichtigt werden:

1. Lernziele/-inhalte/-themen können von den Teilnehmern mitbestimmt werden,
2. eigene Lernprojekte können von ihnen eingebracht und weiter bearbeitet werden,
3. die Lernorganisation ist zeit- und methodenflexibel und lässt mehrere Lernwege offen,
4. es werden gezielt Lern-, Aktivitäts- und Selbsterschließungsmethoden eingesetzt,
5. es wird gezielt/möglichst an Lebenssituationen und/oder Berufserfahrungen angeknüpft,
6. die soziale und kommunikative Ebene des Lernprozesses wird absichtsvoll gefördert,
7. die Inhaltsauswahl ist curricular, didaktisch bzw. bildungstheoretisch begründet („Warum soll etwas gelernt werden ?“),
8. angebotene Lerninhalte werden für die Teilnehmer „fassbar“ reduziert,
9. angebotene Lerninhalte können selbsttätig erschlossen werden (Aktivitätsthese),
10. handlungsbezogene Problemstellungen sind explizit Thema.

Speziell bei der Erwachsenenbildung haben die Ansätze des Konstruktivismus besondere Bedeutung: „**Erwachsene sind lernfähig, aber unbelehrbar**.“[15]

Deshalb heißt Lehren in der Erwachsenenbildung:

Die Voraussetzungen schaffen für das Selbstlernen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

Bei der Auswahl der Methoden sind deshalb solche zu bevorzugen, welche das Selbstlernen ermöglichen. Entscheidende Voraussetzung für handlungsorientierte Lernprozesse ist eine fragen- und problemorientierte Didaktisierung der Ausbildungs- und Lerninhalte.

[14] ARNOLD 1996, S.199
[15] ARNOLD, KRÄMER-STÜRZL, SIEBERT 1999, S. 34

Abbildung 2.11 zeigt einige **Methoden der Erwachsenenbildung** in ihrer Bedeutung für den Erwerb von Fachkompetenz bzw. Methodenkompetenz. Die Auswahl der geeigneten Methoden für eine Fortbildungsveranstaltung muss, ähnlich wie bei der schulischen Unterrichtsplanung, in Abhängigkeit der Rahmenbedingungen (wie zur Verfügung stehende Zeit, Voraussetzungen der Teilnehmer, Struktur des Unterrichtsgegenstands usw.) individuell erfolgen.

Handlungsorientierung

	Fachkompetenz	Methoden-kompetenz
Vortrag/Rede	XXX	
Unterrichtsgespräch	XXX	
Einsatz von geschlossenen Medien	XXX	
Gesteuertes Projekt	XX	XX
Planspiel	XX	XX
Selbstorganisiertes Projekt	XX	XXX
Leittextmethode	XX	XXX
Leitfragenorientierte Teamarbeit	XX	XXX
Workshop	X	XXX

Abbildung 2.11: Methoden in der Erwachsenenbildung[16]

[16] abgeändert nach Arnold 1995, S. 296

2.3.4. Untersuchungen und Konzepte zur Lehrerfortbildung im Fach Chemie

In den letzten Jahren haben sich vor allem MELLE[17] und NEU[18] mit der Aufarbeitung von Ansätzen und Konzepten der Lehrerfortbildung im Fach Chemie auseinandergesetzt. Bei NEU findet sich ein Überblick zu den didaktischen Ansätzen für die Lehrerfortbildung nach PRIEBE[19] sowie nach SCHMIDT[20]. „Während PRIEBE die Fortbildung als kommunikativen Prozess betrachtet und von unterrichtsdidaktischen Konzepten ausgehend eine Didaktik der Fortbildung entwickelt, sieht SCHMIDT den Ausgangspunkt für didaktische Überlegungen in den Aufgaben der Lehrer (...) Lehren, Erziehen, Beurteilen, Beraten und Innovieren.“[21] MELLE[22] stellt die Ergebnisse dreier Untersuchungen zur Lehrerfortbildung in Nordrhein-Westfalen[23], Hessen[24] und Rheinland-Pfalz[25] zusammen, eine deren Zielsetzungen es war, die Vorstellungen der Lehrer von Lehrerfortbildung zu untersuchen:

- *Ganztagsveranstaltungen werden von Lehrern besonders geschätzt.*
- *Die Nähe des Veranstaltungsortes zum Wohnort ist wichtig.*
- *Als Teilnehmerkreis werden Lehrer derselben Schulform bevorzugt.*
- *Als Vermittlungsformen werden praktische Übungen, Kleingruppenarbeit und Vorträge bevorzugt.*
- *Themenwünsche für Fortbildungen waren nicht evaluierbar.*
- *Beliebteste Referenten sind Lehrer aus der Praxis. Hochschullehrer werden besonders bei fachwissenschaftlichen Themen und von Gymnasiallehrern hoch geschätzt.*
- *Die Vermittlung fachlicher Kenntnisse und der Erfahrungsaustausch werden als wichtige Elemente von Fortbildungen genannt.*

[17] vgl. MELLE 1999
[18] vgl. NEU 1999
[19] vgl. PRIEBE 1990
[20] vgl. SCHMITD 1979
[21] NEU 1999, S. 14
[22] MELLE 1999, S. 35-44
[23] vgl. RECKMANN 1992
[24] vgl. WOLF u.a. 1997
[25] vgl. BECK u.a. 1995

- *Lehrer sind am besten über ihre Unterrichtsfächer erreichbar. Sollen also in Fortbildungen beispielsweise neue Unterrichtsmethoden behandelt werden, ist es günstiger, den Zugang ausgehend vom Fach zu wählen.*
- *78 % der hessischen Lehrer besuchten innerhalb der letzten 24 Monate vor der Befragung mindestens eine Fortbildung. Der Mittelwert beträgt 2,9. Gymnasiallehrer besuchen weniger Fortbildungen als die übrigen Lehrer.*
- *Je mehr Funktionen Lehrer an der Schule haben, um so mehr Fortbildungen besuchen sie.*
- *Lehrer, die häufiger Fortbildungen besuchen, sind zufriedener mit ihrer beruflichen Situation.*
- *Die Teilnahme an einer Fortbildung führt nur in wenigen Fällen dazu, dass die Lehrer sich für Fortsetzungsveranstaltungen anmelden.*[26]

Weiterhin fasst MELLE[27] die Evaluation eines von PASTILLE[28] entwickelten und erprobten Fortbildungsmodells für Chemielehrer aus dem Jahr 1976 zusammen:

„Der Fortbildungskurs bestand aus drei aufeinander aufbauende Stufen:

1. *Einarbeitung in die Theorie*
   In dieser Phase wurden zunächst von Vertretern von Hochschule, Schule und Industrie die Fortbildungsunterlagen erstellt und anschließend von den Teilnehmern zu Hause durchgearbeitet. Es schloss sich eine Arbeit in Kleingruppen an, die unter Anleitung stattfand. (vier Nachmittags-veranstaltungen, je drei Stunden)
2. *Praktischer Teil*
   Dieser fand in der Hochschule oder Industrie statt oder an einer Behörde. (drei ganze Tage, plus drei halbe Tage)
3. *Fachdidaktischer Teil*
   Während dieser Phase wurden Unterrichtseinheiten entwickelt und erprobt, und es erfolgte die Nachbereitung der Fortbildung.

[26] Diese Erkenntnis konnte durch die Erfahrungen mit den im Rahmen dieserArbeit durchgeführten Fortbildungsveranstaltungen mit Hauptschullehrkräften nicht bestätigt werden. Hier kam es häufig zur Anmeldung für Folgeveranstaltungen.
[27] vgl. MELLE 1999, S. 44-46
[28] vgl. PASTILLE 1979

Wichtige Ergebnisse der Untersuchung PASTILLES[29] sind:

„Der fachdidaktische Teil sollte sich dem fachwissenschaftlichen anschließen und ganz konkret auf ihm aufbauen; die Umsetzung der neuen Inhalte für den Unterricht ist ein wesentliches Teilgebiet der Fortbildung. (63%)“

„Es sollten Experimente, Versuche und Demonstrationen durchgeführt werden; darauf aufbauend sollten gemeinsam Experimente erarbeitet bzw. ausgesucht werden, die allgemein auf die Schule übertragbar sind. (35%)“

„Es sollten nur Experimente, Versuche und Demonstrationen durchgeführt werden, die direkt im Schulalltag umsetzbar sind. (42%)“

Weiterhin stellt MELLE[30] eine Untersuchung des Instituts für Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) zu „Charakteristiken der Lehrerfortbildung im naturwissenschaftlichen Bereich in der Bundesrepublik Deutschland“ dar, die 1981 von BLOCH[31] et al. durchgeführt wurde. Ziel dieser Untersuchung war es, die Konzepte der Fortbilder an Landesinstituten und Staatsinstituten zur Lehrerfortbildung zu erfahren und Informationen über organisatorische Rahmenbedingungen, Materialien usw. zu erhalten.

„Für etwa die Hälfte der Fortbilder war die „Wissensvermittlung“, für etwa ein Viertel der „Erfahrungsaustausch“ vorrangiges Element von Fortbildungen, es folgten „fachdidaktische und unterrichtsmethodische Fragestellungen“. (...) Eine Analyse der Fortbildungsaktivitäten ergab, dass „Vortrag/Vorlesung folgen“ und „Diskutieren und Besprechen“ zusammen zwei Drittel der Fortbildung ausmachen, gefolgt von „Experimentieren“ (ca. ein Fünftel). Am häufigsten eingesetzte Materialien sind „vorbereitete Papiere und Unterlagen des Veranstaltungsleiters“, „Geräte zum Experimentieren“, und „Lehr- und Lernmittel mit Buchcharakter“ (etwa gleich häufig).“[32]

[29] PASTILLE 1979, S. 325ff
[30] vgl. MELLE 1999, S. 47
[31] vgl. BLOCH 1981
[32] MELLE 1999, S. 48.

BLOCH[33] et al. fassen die Ergebnisse ihrer Untersuchung wie folgt zusammen: *„Insgesamt positiv zu bewerten sind die intensiven Anstrengungen in vielen Veranstaltungen der Naturwissenschaften, Lehrer aktiv durch Diskussion und Experiment mit (vorgegebenen) Materialien zu konfrontieren und damit in Lernprozesse zu verwickeln. Kaum eingelöst wird aber das häufig erklärte Ziel von Lehrerfortbildung, Lehrer zur Selbstständigkeit und Selbsthilfe zu führen."*

MELLE resümiert, dass *„von der Fachdidaktik Chemie bislang weder die Gruppe der Chemielehrer noch die Problematik der Lehrerfortbildung in wesentlichem Umfang bearbeitet wurde."*

Aufbauend auf den Ergebnissen zweier empirischer Untersuchungen[34] entwickelten MELLE und NEU zwei Fortbildungskonzepte[35] mit dem Ziel, mehr Chemielehrer zum Besuch von Fortbildungsveranstaltungen zu bewegen:

- Das flexibel-strukturierte Fortbildungsmodell
- Das offene Fortbildungsmodell

Diese Fortbildungsmodelle wurden entwickelt um an Hochschulen Chemielehrer-fortbildungen durch Institute für Fachdidaktik durchzuführen.

Die Fortbildungsmodelle sollten folgende Anforderungen erfüllen:

- Die Modelle müssen Lehrer ansprechen und auf Akzeptanz stoßen und dadurch schließlich dazu führen, dass die Lehrer freiwillig an der Fortbildung teilnehmen.
- Es sollten möglichst viele Lehrer erreicht werden, und zwar insbesondere auch diejenigen, die nicht zuvor auch schon an vielen Fortbildungen teilgenommen haben. Die Lehrer sollten wiederholt an Fortbildungen teilnehmen.
- Die Modelle müssen mit vertretbarem Personal- und Materialaufwand durchführbar sein.

[33] BLOCH 1981, S. 130
[34] vgl. MELLE 1999, S. 50-90
[35] vgl. MELLE 1999, S. 91ff; NEU 1999, S. 69ff

Wichtige Charakteristika dieser beiden Fortbildungsmodelle werden in Tabelle 2.7 gegenübergestellt[36]:

Tabelle 2.7: Vergleich des flexibel-strukturierten Fortbildungsmodells mit dem offenen Fortbildungsmodell

Das flexibel-strukturierte Fortbildungsmodell	**Das offene Fortbildungsmodell**
Verschiedene Termine und Wochentage zur Auswahl	Verschiedene Termine und Wochentage zur Auswahl
Kurzfristige, telefonische Anmeldung	Anmeldung spätestens 2 Wochen vorher
Differenzierung nach Sekundarstufe I oder II	Gemeinsam für Lehrer verschiedener Schulstufen
Ca. 10 Teilnehmer	Ca. 10 Teilnehmer
Betreuung durch Mitarbeiter der Universität	Begleitung und Beratung durch Mitarbeiter der Universität
Rahmenthema	Kein Rahmenthema
Vortrag / Praktikum mit freier Versuchsauswahl	Lehrer können die Methoden frei wählen
Flexible Zeitgestaltung während der Fortbildung	Flexible Zeiteinteilung während der Fortbildung
Freie Wahl der Gruppengröße beim Experimentieren	Freie Wahl der Gruppengröße beim Experimentieren
Organisation und inhaltliche Gestaltung sind durch den Veranstalter vorgeplant	Organisation und inhaltliche Gestaltung bestimmen weitgehend die Lehrer

Beide Fortbildungsmodelle wurden im Schuljahr 1997/98 erprobt und evaluiert. Die Ergebnisse der Evaluation werden von MELLE[37] und NEU[38] ausführlich dargestellt. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass das Konzept des flexibel-strukturierten Fortbildungsmodells von den Teilnehmern sehr gut angenommen wurde, offene Anteile jedoch nur wenig genutzt wurden (wenn, dann vorrangig zur Abänderung von geplanten Experimenten). Demgegenüber stellte sich das offene Fortbildungsmodell auf Grund der geringen Akzeptanz durch die Lehrkräfte sowie einer erheblichen Arbeitsbelastung für die Institutsmitarbeiter als kaum praktikabel heraus.

[36] vgl. MELLE 1999, S. 95-102; NEU 1999, S. 71-75
[37] vgl. MELLE 1999, S. 116-204
[38] vgl. NEU 1999, S. 95-160

BADER und ALJANAZRAH bieten am Lehrerfortbildungszentrum des Instituts für Didaktik der Chemie der Universität Frankfurt[39] *„eine neue Art von Fortbildung an. Diese besteht aus zwei Teilen:*

- *einem theoretischen Teil, der über Internet zugänglich ist,*
- *einem Labortag zur Erprobung der zu dem jeweiligen Themenbereich gehörigen Schulexperimente.*

Der Kurs wendet sich vorrangig an Chemielehrerinnen und –lehrer der Sekundarstufe I und II und vermittelt moderne unterrichtliche Zugänge zum Thema Metalle.

Die über Internet abrufbaren Theorieblöcke umfassen drei Teilgebiete, für deren Durcharbeitung jeweils ein Aufwand von etwa drei Zeitstunden notwendig ist. Jeder der Blöcke schließt mit einigen Aufgaben – vorwiegend Multiple-Choice-Aufgaben – die nach dem Durcharbeiten der Informationen einfach beantwortet werden können. Der folgende Block kann erst abgerufen werden, wenn diese Aufgaben bearbeitet wurden. Durch eine Reihe von Links kann je nach Wunsch auf vertiefende Informationen oder anwendungsbezogene Darstellungen zurückgegriffen werden. Die zu jedem Themenbereich gehörenden Schulversuche können am Labortag an verschiedenen Orten erprobt werden. An diesem Tag werden morgens einführend die Experimente mit ihren unterschiedlichen Varianten besprochen und anschließend praktisch erprobt.“

Das Besondere dieses Konzepts liegt darin, dass die Teilnehmer gezwungen sind, sich im Vorfeld der eigentlichen Fortbildungsveranstaltung mit der Theorie zu beschäftigen und Fragen zu beantworten.

Da sich die beschriebenen Konzepte stets auf die Fortbildung von Chemielehrern beziehen, können diese auf die Fortbildung von Hauptschullehrern im Fach Chemie nur bedingt übertragen werden. Die speziellen Bedingungen der Hauptschullehrer bezüglich Ausbildung und Unterricht erfordern die Entwicklung eines maßgeschneiderten Fortbildungskonzepts speziell für diese Zielgruppe.

[39] aus dem Programm einer Fortbildungsveranstaltung des Lehrerfortbildungszentrum des Instituts für Didaktik der Chemie der Universität Frankfurt ab 03.11 2004 mit dem Thema: Internetbasierte Fortbildung mit Labortag II: Metalle (Cu, Al, Ti) im Chemieunterricht.

2.3.5. Schulinterne Lehrerfortbildungen

Neben der überregionalen, der regionalen sowie der lokalen Lehrerfortbildung stellt die schulinterne Lehrerfortbildung einen Typus dar, der besondere Charakteristika aufweist. In der Literatur findet sich eine Fülle von Explikationen des Begriffs „schulinterne Lehrerfortbildung". MILLER bietet eine Zusammenstellung verschiedener Literaturstellen zur Frage „Was ist schulinterne Lehrerfortbildung", mit ganz unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen.[40] Die Lektüre zeigt, dass schulinterne Lehrerfortbildung ganz unterschiedliche Ziele verfolgen kann und diese mit unterschiedlichen Methoden zu erreichen versucht.

Charakteristisches Merkmal jeder schulinternen Lehrerfortbildung sollte es sein, allgemein gesprochen, dem Ziel einer „guten Schule" ein Stück näher zu kommen: „Die Frage nach einer *guten Schule* und vor allem danach, wie sie erreicht werden kann, ist eine zentrale Frage der Lehrerfortbildung. Wenn es dabei nicht mehr „*nur"* um das ganze Schulsystem , um ganze Schulformen oder Schulstufen geht, sondern auch um einzelne Schulen mit ihren je eigenen Bedingungen und Möglichkeiten, dann stellt sich diese Frage besonders der Schul- bzw. kollegiumsinternen Lehrerfortbildung."[41]

Dem Begriff von „schulinterner Lehrerfortbildung, wie er im Zusammenhang dieser Arbeit verstanden werden soll, kommt die Explikation von KRÜGER sehr nahe:[42]

„Schulinterne Lehrerfortbildung ist geplantes, zweckvolles, handlungsorientiertes Lernen von Lehrern im Zusammenhang ihres Kollegiums und ihrer Schule."

In diesem Sinne waren bei der Planung der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten schulinternen Lehrerfortbildung besondere Vorgaben zu berücksichtigen, die sich an den von MILLER vorgeschlagenen Richtlinien für die Umsetzung von schulinternen Lehrerfortbildungen orientierten:[43]

[40] MILLER 1995, S. 33ff.
[41] PRIEBE 1986, S. 42.
[42] KRÜGER 1988, S. 16.
[43] MILLER 1995, S. 36.

- Verständigung über Ziele, Inhalte, Themen, Methoden, Medien und Materialien
- Berücksichtigung der Arbeitsplatzsituation
- Freiwilligkeit und selbstbestimmtes Arbeiten
- Gemeinsames Lernen des Kollegiums oder Teilkollegiums
- Kontinuität und Längerfristigkeit der kollegialen Zusammenarbeit
- Ausrichtung auf Kompromiss und Konsens, auf Hilfe zur Selbsthilfe, auf Kontakt und Integration
- Entscheidung darüber, ob und welche Fortbildungseinrichtungen und externen Berater für die schulinterne Arbeit hinzugezogen werden.

Als Vorteile von schulhausinterner Lehrerfortbildung gegenüber anderen Formen der Lehrerfortbildung werden von ANT genannt:[44]

- Hohe Lernmotivation der Teilnehmer, weil die Einigung über Ziele und Thematiken der Fortbildung leicht möglich ist und weil die eigene berufliche Praxis thematisiert werden kann
- Schnelles Aufkommen befriedigender und angstfreier Kommunikation
- Großer Transfer der Fortbildungsergebnisse, weil die Lernsituation (Fortbildung) und die Anwendungssituation (Alltagsarbeit) viele Gemeinsamkeiten aufweisen.
- Längerfristiges Behalten der Ergebnisse, wenn die Kollegen wiederholt über ihre Erfahrungen miteinander sprechen.
- Hohe Akzeptanz der Fortbildungsergebnisse, weil die Lehrer selbst in den Prozess der Problemlösung einbezogen sind.

Wie oben erwähnt, kann eine schulinterne Lehrerfortbildung im Rahmen eines Schulentwicklungsprozesses verschiedenste Zielsetzungen verfolgen. Diese können beispielsweise die Entwicklung eines Schulprofils, die pädagogische Gestaltung des Schullebens, die Bewältigung von Erziehungsproblemen, aber auch inhaltsorientierte Zielsetzungen im Sinne von Unterrichtsentwicklung sein. Eine solche inhaltsorientierte Zielsetzung stellt die Verbesserung der bereits ausführlich dargestellten Situation bezüglich der Ausbildung vieler Hauptschullehrkräfte im naturwissenschaftlichen Bereich dar.

[44] ANT 1983, S.37.

Bei der Planung und Umsetzung der schulinternen Lehrerfortbildungen wurden folgende Schritte durchlaufen:

- Themenfindung
- Zielsetzung
- Vorbereitung
- Durchführung
- Evaluation

Dabei wurde besonderes Augenmerk auf das Einbeziehen der interessierten Kolleginnen und Kollegen in den Planungs- Durchführungs- und Evaluationsprozess gelegt. Bei alledem ist jedoch stets zu beachten, dass die Lehrkräfte an der Hauptschule von den alltäglichen Dienstaufgaben oftmals bereits bis an die Grenze ihrer Belastbarkeit und darüber hinaus gefordert werden. Der zusätzliche Zeitbedarf jeglicher Maßnahmen sollte sich deshalb in überschaubaren Grenzen halten, um potenziell interessierte Kolleginnen und Kollegen nicht abzuschrecken.

Ziel muss es letztendlich sein, den Lehrkräften Hilfe und Erleichterung bei Ihrer Arbeit zu bieten, nicht, sie zusätzlich zu belasten.

2.3.6. Fortbildung von Hauptschullehrkräften in Bayern

„Die bayerische Lehrerfortbildung hat im August 2002 einen Prozess der Neubestimmung ihrer Ziele und Inhalte eingeleitet.“[45] Die Grundlage dafür stellt das Gesamtkonzept „Lehrerfortbildung in Bayern“[46] dar. Dieses beinhaltet im wesentlichen folgende Neuregelungen:

- Für Lehrkräfte besteht eine Fortbildungsverpflichtung von 12 Tagen innerhalb von vier Jahren.
- Schulen erstellen Fortbildungspläne und melden den schulspezifischen Fortbildungsbedarf.
- Für alle Anbieter von Lehrerfortbildungen besteht eine Verpflichtung zur Evaluation.

[45] SEISER 2003, S. 5
[46] KWMBl I Nr. 16/2002, S. 260 ff.

Generell wird eine Deregulierung der Fortbildungslandschaft angestrebt, die Planung wird auf die Grundlage des schul- und unterrichtsnahen Bedarfs gestellt. Zu den aktuellen Fortbildungsaktivitäten an bayerischen Grund- und Hauptschulen findet sich in der „Lehrerinfo 2/03“, einer Veröffentlichung des BAYERISCHEN STAATSMINISTERIUMS FÜR UNTERRICHT UND KULTUS :

„*Die Fortbildung der Lehrkräfte an Grund- und Hauptschulen wird derzeit wesentlich durch die Themen Schulentwicklung, Lehrplaneinführung, Schwerpunkte für bestimmte Fächer wie Englisch oder Musik, Stärkung der schulhausinternen Maßnahmen, Kooperation mit verschiedenartigen Partnern, Neuordnung der Aus- und Fortbildung für Führungskräfte bestimmt. Daneben wird – wie bisher auch – Fortbildung fachlicher, didaktisch – methodischer und pädagogischer Art angeboten. Ferner wird verstärkt eine Abstimmung und Arbeitsteilung der Fortbildung der verschiedenen Ebenen (zentral, regional, lokal, schulintern) angestrebt und eine Umorientierung weg vom Angebotscharakter hin zum Nachfragecharakter betrieben. Damit soll stärker als bisher auf die aktuellen und tatsächlichen Bedürfnisse der Lehrkräfte und der Schulen eingegangen werden.“*[47]

Dies verdeutlicht in verschiedener Hinsicht, dass sich das im Rahmen dieser Arbeit entwickelte Fortbildungskonzept sehr gut in die aktuellen Entwicklungen der Lehrerfortbildung in Bayern einfügt.

- Kooperation mit verschiedenartigen Partnern
- Umorientierung weg vom Angebotscharakter hin zum Nachfragecharakter
- Stärkung der schulhausinternen Maßnahmen

Abbildung 2.12 zeigt die Organisationsstruktur der Lehrerfortbildung in Bayern. Die verschiedenen Ebenen der Lehrerfortbildung greifen ineinander, sie ergänzen und unterstützen sich gegenseitig.

[47] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS 2003, S. 2

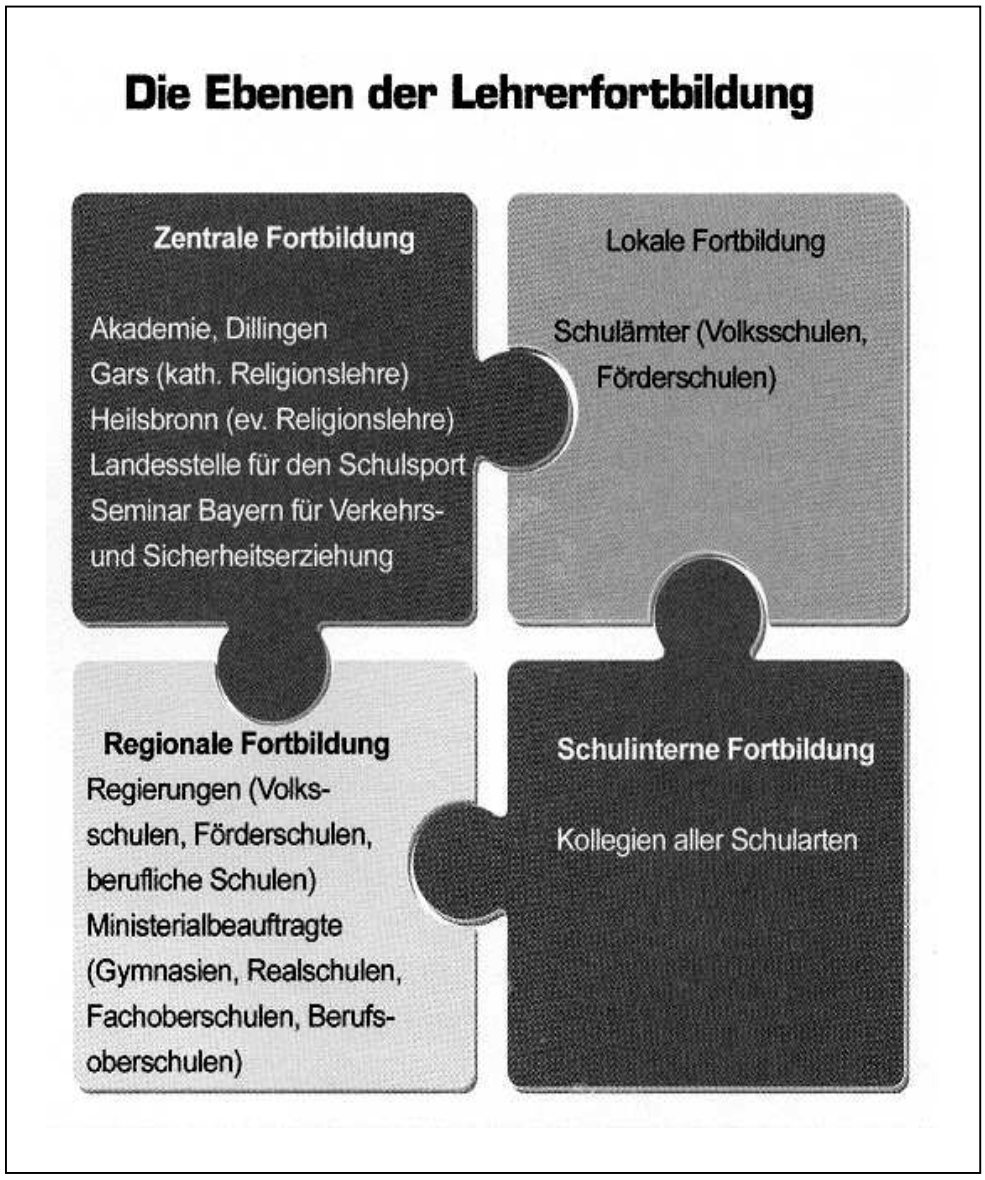


Abbildung 2.12: Die Ebenen der Lehrerfortbildung in Bayern[48]

[48] BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS 2003, S. 5.

3. Entwicklung des Fortbildungskonzepts

„Fortbildungsveranstaltungen aller Art bedürfen einer langfristigen, gründlichen und detaillierten Planung.“[1] Einerseits kann bei der Planung eines Fortbildungskonzepts auf bewährte Modelle sowie auf Erfahrungen bisheriger Fortbildungen zurückgegriffen werden. Andererseits erfordern die speziellen Rahmenbedingungen, für die ein Fortbildungskonzept geplant werden soll, eine individuelle, zielgerichtete und adressatengerechte Planung. Wie Abbildung 3.1 zeigt, wurde die Planung deshalb von zwei wesentlichen Punkten beeinflusst: Der im Abschnitt 2 dargelegten theoretischen Grundlegung und den in Abschnitt 3.2 wiedergegebenen Ergebnissen der empirischen Erhebung, die Rückschlusse auf den spezifischen Fortbildungsbedarf der Hauptschullehrkräfte im Fach Chemie lieferten. Aus dem so entstandenen Fortbildungskonzept wurde unter Berücksichtigung der individuellen Rahmenbedingungen der Teilnehmer die konkreten Fortbildungsveranstaltungen entwickelt. Deren Evaluation führte teilweise wieder zur Modifikation des Fortbildungskonzepts.

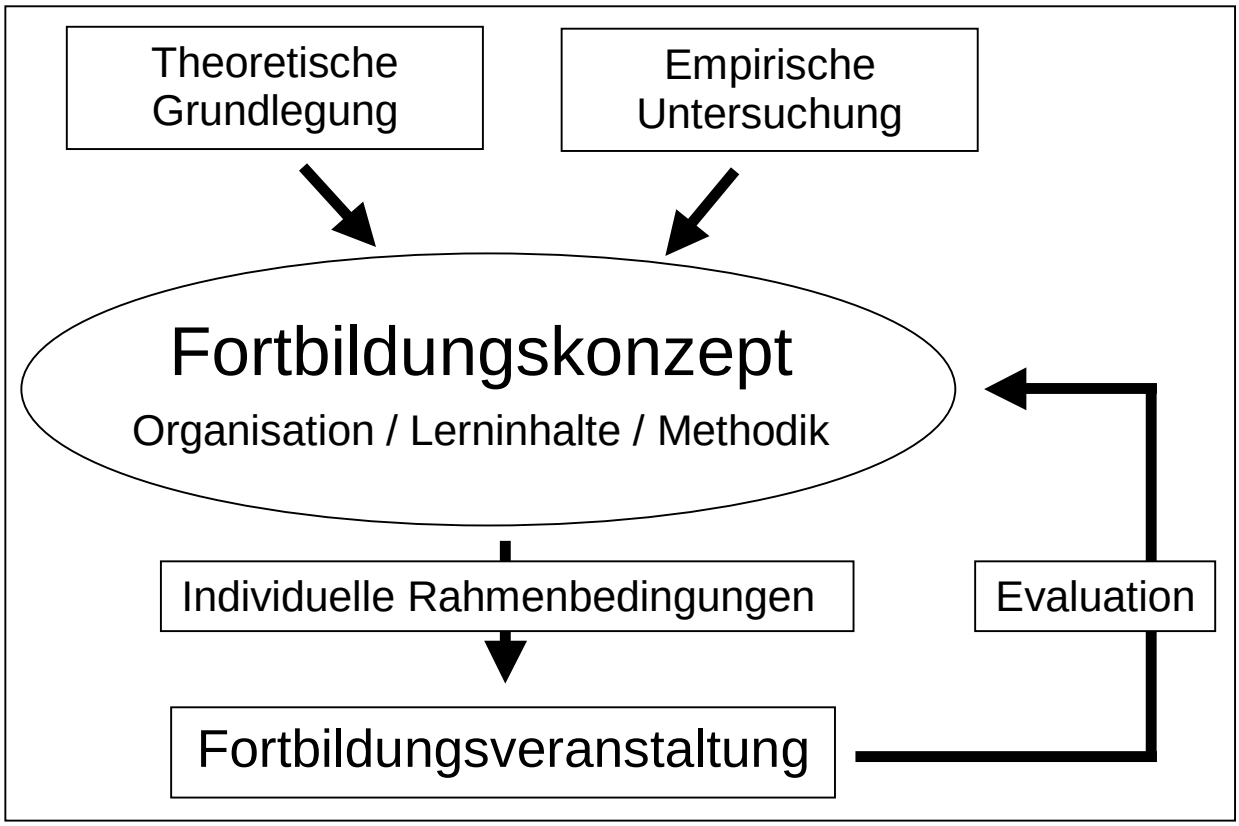


Abbildung 3.1: Entwicklung des Fortbildungskonzepts

[1] WICKE 2000, S. 9.

3.1. Planung und Durchführung einer empirischen Erhebung

3.1.1. Zielsetzung der empirischen Erhebung

In den vorangegangenen Kapiteln wurde die Bedeutung des Experimentierens, insbesondere die des selbsttätigen Experimentierens der Schüler an der Hauptschule dargelegt. Informelle Gespräche mit Lehrkräften, die an der Hauptschule unterrichten, legten den Schluss nahe, dass den Experimenten, und hier vor allem den Schülerexperimenten nicht die Bedeutung im Unterrichtsalltag beigemessen wird, die ihnen zustehen würde. Die erste wichtige Frage, die mit der Befragung geklärt werden sollte, lautete deshalb:

Mit welcher Häufigkeit werden Demonstrationsexperimente und Schülerexperimente im naturwissenschaftlichen Unterricht der Hauptschule, speziell im Chemieunterricht durchgeführt?

Geht man davon aus, dass dem Experimentieren tatsächlich nicht der ihm zustehende Raum gegeben wird, können hierfür folgende Gründe vermutet werden:

- **Negative Einstellung gegenüber Experimenten**
  Der Nutzen des Experimentierens im Unterricht ist nicht unumstritten[1] und wird immer wieder kritisch hinterfragt. Die Lehrkräfte sehen im Experimentieren keine entscheidenden Vorteile, welche den erhöhten Aufwand bei Vor- und Nachbereitung rechtfertigen würden.

- **Kompetenzmangel**
  Ein Teil der Unterrichtenden konnte während der Ausbildung kaum Kompetenzen zur Durchführung von Schülerexperimenten im Fach Chemie erwerben. Der Klassenlehrer unterrichtet Fächer, die er nicht studiert hat. Bei den Inhalten schöpft der Lehrer aus Reliquien der eigenen Schulzeit oder sie wurden, wie möglicherweise die Fachdidaktik des betreffenden Faches, autodidaktisch erworben.

[1] vgl. ANTON 1999, S. 278 - 309

- **Hohe Belastung im Unterrichtsalltag**
  Veränderte gesellschaftliche Rahmenbedingungen fordern viele Lehrer bis an die Grenze ihrer Belastbarkeit, so dass diese oftmals nicht bereit, bzw. in der Lage sind, den großen zusätzlichen Aufwand zur Vorbereitung, Durchführung sowie Nachbereitung von Schülerexperimenten zu erbringen.

- **Mangelhaftes oder unübersichtliches Experimentiermaterial**
  Schlecht ausgestattete Schulen oder unübersichtliche Materialsammlungen erhöhen den ohnehin großen Aufwand bei der Durchführung von Schülerexperimenten in erheblichem Umfang.

Aus diesen Thesen ergaben sich weitere Fragenkomplexe:

- **Welche Einstellungen haben Hauptschullehrkräfte zu Schülerexperimenten?**
- **Wie schätzen Hauptschullehrer ihre Kompetenzen bezüglich Schülerexperimenten ein?**
- **Wie sind die Rahmenbedingungen für Schülerexperimente an den Hauptschulen?**
- **Was erwarten Hauptschullehrkräfte von Fortbildungsveranstaltungen in Chemie?**

Die Beantwortung der zu diesen Themenstellungen entwickelten konkreten Fragen sollte den Ist-Zustand bezüglich des Experimentierens im naturwissenschaftlichen Unterricht der Hauptschule aufzeigen. Dieser stellt die Ausgangssituation für die Entwicklung eines Fortbildungskonzeptes dar, welches den Lehrkräften **konkrete Hilfestellungen** für den experimentellen Chemieunterricht an der Hauptschule geben will. Eine der wichtigsten Voraussetzungen für den Erfolg eines Fortbildungskonzepts ist die Adressatenbezogenheit. Im Rahmen der Befragung sollten deshalb auch die Erwartungen der Lehrkräfte an ein Fortbildungskonzept in Chemie bzw. Didaktik der Chemie geklärt werden.

3.1.2. Konzeption und Entwicklung der Diagnoseinstrumente

Die Planung der Lehrerbefragung bedurfte der Festlegung einer Konzeption, welche die Konstruktion der Fragen und die Interpretation der Ergebnisse begründet. Der Ablauf sah wie folgt aus:

1. Bestimmung der Konzeption für die Konstruktion des Fragebogens aus normativen Zielsetzungen (z. B. Leitbildern) und wissenschaftlich-empirischen Befunden,
2. Konstruktion der Fragen,
3. Messung des Ist-Zustands durch die Befragung,
4. Feststellung und Interpretation der Ergebnisse,
5. Entscheidung über Konsequenzen für die Entwicklung des Fortbildungskonzepts.

Abbildung 3.2a zeigt die Befragung als Teil des Entwicklungsprozesses der Fortbildungskonzeption:

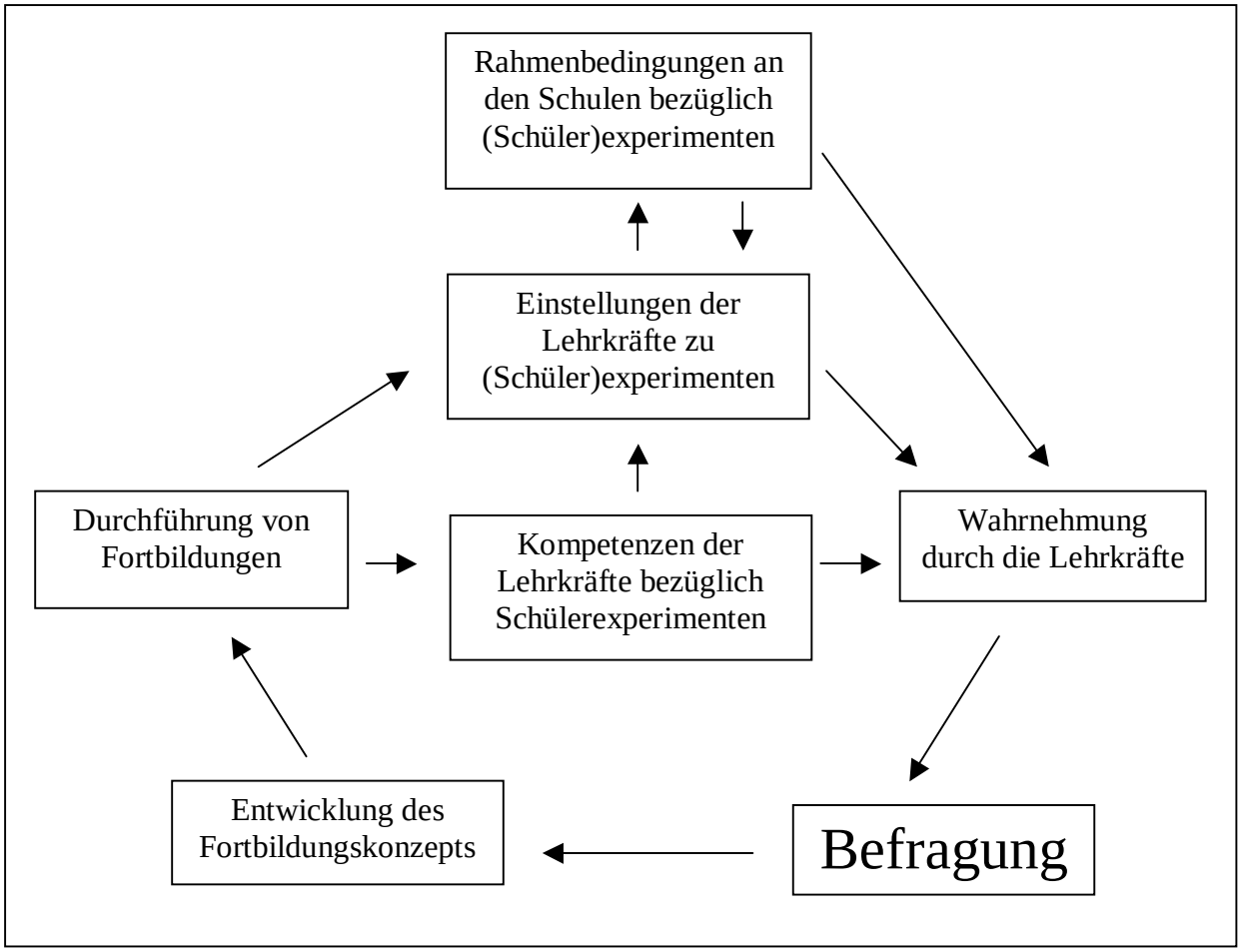


Abbildung 3.2.a: Prozessmodell der Lehrerbefragung

Dieses Prozessmodell geht davon aus, dass

1. Rahmenbedingungen, Einstellungen und Kompetenzen interdependent sind,
2. die Lehrkräfte diese Größen wahrnehmen und auf sie reagieren,
3. die Wahrnehmungen der Lehrkräfte im Antwortverhalten bei der Befragung sichtbar werden,
4. die Entwicklung des Fortbildungskonzepts den Ergebnissen und Interpretationen der Befragung Rechnung trägt,
5. die Fortbildung entsprechend dem Konzept durchgeführt wird,
6. Kompetenzen und Einstellungen der Lehrkräfte durch Fortbildungen beeinflussbar sind.

Die Lehrerbefragung stellt ein besonderes Verfahren der Kommunikation dar. Sie wird jenseits der Regelkommunikation organisiert, die Fragen sind standardisiert. Die folgende Darstellung zeigt das Kommunikationsgeschehen der Befragung[2]:

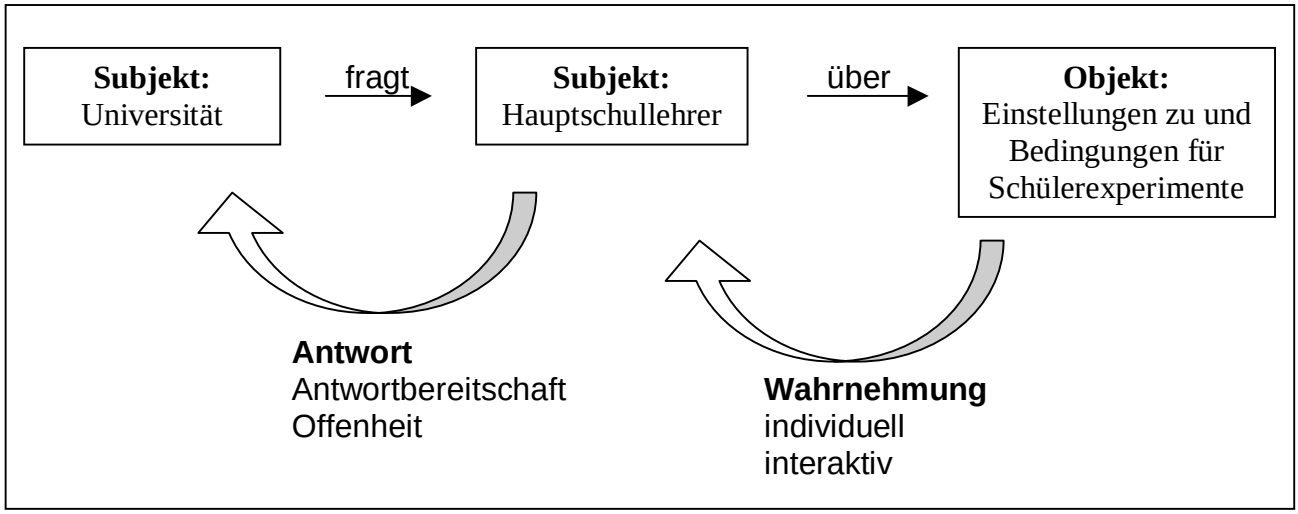


Abbildung 3.2.b: Kommunikationsmodell der Lehrerbefragung

Das Kommunikationsmodell der Lehrerbefragung verdeutlicht folgende Voraussetzungen:

- Die Lehrerbefragung stellt eine auf Gegenseitigkeit beruhende Kommunikation dar.
- Das Antwortverhalten des Befragten hängt nicht nur von dessen individuellen Einstellungen und Arbeitsbedingungen, sondern auch von der Antwortbereitschaft sowie der Offenheit bzw. Ehrlichkeit des Befragten ab.
- In jeder Antwort spiegelt sich die individuelle Wahrnehmung des Befragten wider.

[2] vgl BÖGEL, ROSENSTIEL 1999, S. 8

Regeln für die Konstruktion des Fragebogens

Jede Befragung bedarf konzeptioneller Grundsätze sowohl für die Inhalte als auch für die Form. Der Erfolg und die Gültigkeit bzw. Verwertbarkeit der Ergebnisse einer Befragung von Lehrkräften hängen insbesondere davon ab, dass[3]

- das Ziel und die intendierten Konsequenzen der Befragung klar und den Lehrkräften bekannt sind,
- der Zweck der Befragung glaubhaft ist,
- die Inhalte der Befragung den Lehrern ein Anliegen sind,
- der Inhalt verständlich ist, also Typisches erfragt und möglichst konkret formuliert wird,
- die Gliederung überschaubar ist,
- die Fragen verständlich und eindeutig formuliert sind,
- der Beantwortungsmaßstab angemessen und möglichst einheitlich skaliert ist,
- der Fragebogen nicht zu umfangreich ist.

Für die Konstruktion des Fragebogens wurden weiterhin folgende Regeln bezüglich Inhalt und Form festgelegt:

- Die Fragen werden zu Themenbereichen zusammengefasst.
- Der Fragebogen soll in weniger als 10 Minuten zu beantworten sein.

Inhalte und Inhaltsbereiche des Fragebogens

Gemäß der Zielsetzung der Lehrerbefragung sollten folgende Fragenkomplexe untersucht werden:

- Welche Einstellungen haben Hauptschullehrkräfte zu Schülerexperimenten?
- Wie sind die Rahmenbedingungen für Schülerexperimente an den Hauptschulen?
- Wie schätzen Hauptschullehrer ihre Kompetenzen bezüglich Schülerexperimenten ein?
- Wie oft lassen Hauptschullehrkräfte Schülerexperimente durchführen?
- Wie schätzen Hauptschullehrer die Qualität ihrer Ausbildung in I. und II. Phase ein?
- Was erwarten Hauptschullehrkräfte von Fortbildungsveranstaltungen in Chemie?

[3] vgl. BÖGEL, ROSENSTIEL 1999, S. 9

Skalierung des Beantwortungsmaßstabs[4]

Auf Grund der unterschiedlichen Form der Fragestellung mussten bei den einzelnen Fragen verschiedene Antwortskalen verwendet werden. Für zwei Fragen wurde folgende 5-stufige Antwortskala gewählt:

trifft völlig zu	trifft ziemlich zu	trifft teils zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu

Die mittlere Antwortmöglichkeit wurde absichtlich eröffnet, da die Art der Fragestellung diese Kategorie benötigt und kein Zwang in die eine oder andere Richtung ausgeübt werden sollte. Eine 5-stufige Skala bietet ausreichend Differenzierungsmöglichkeiten, vermeidet jedoch Scheingenauigkeit, wie z.B. eine 10-stufige Skala. Dies trifft auch auf die beiden anderen 5-stufigen Antwortskalen zu:

sehr umfangreich	umfangreich	ausreichend	mangelhaft	sehr mangelhaft

sehr wichtig	ziemlich wichtig	wichtig	weniger wichtig	eher unwichtig

Für die Frage nach der Häufigkeit von Experimenten erschien eine 6-stufige Skala der geforderten Differenzierungsmöglichkeit angemessen:

fast jede Woche	etwa zweimal im Monat	etwa einmal im Monat	etwa zweimal im Halbjahr	etwa einmal im Halbjahr	Nie

Überprüfung des Fragebogens

Im Rahmen einer Voruntersuchung wurde der entwickelte vorläufige Fragebogen 15 Hauptschullehrkräften vorgelegt, und diese um ihre Einschätzung bezüglich Verständlichkeit und Prägnanz der Fragen gegeben. Unter Berücksichtigung dieser Rückmeldungen wurde der Fragebogen überarbeitet und in seine endgültige Form gebracht[5].

[4] vgl. INGENKAMP 1995, S. 71 - 75
[5] siehe Anhang

3.1.3. Durchführung der Erhebung

Organisation

Die Lehrerbefragung wurde dankenswerter Weise von der Regierung von Mittelfranken mit Schreiben Nr. G5-5009-24/01 vom 27. 09.2001 genehmigt und an 30 Hauptschulen der Schulamtsbezirke Stadt Nürnberg, Landkreis Nürnberger Land sowie Landkreis Roth des Regierungsbezirks Mittelfranken durchgeführt. Die Fragebögen wurden im November 2001 über die Schulämter an den beteiligten Schulen verteilt. Die Teilnahme an der Befragung war völlig freiwillig. Die ausgefüllten Fragebögen wurden von den Schulen direkt anonym zurückgeschickt, eine Zuordnung zu den Schulamtsbezirken war jedoch möglich.

Rücklauf

Von den 450 ausgegebenen Fragebögen wurden 189 Fragebögen ausgefüllt zurückgeschickt. Das entspricht einem Rücklauf von 42 %, was einen durchaus befriedigenden Wert darstellt.

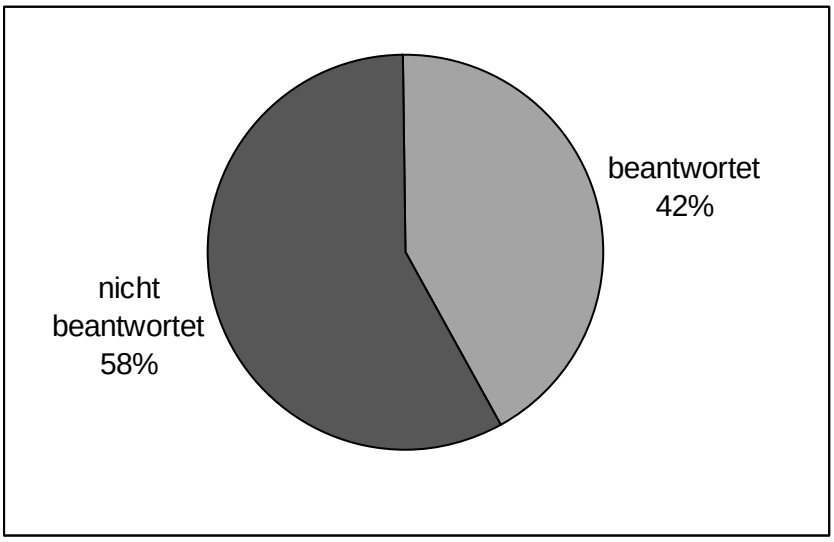


Abbildung 3.3: Rücklauf der Fragebögen

3.2. Ergebnisse der empirischen Erhebung

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Lehrerbefragung vorgestellt und interpretiert. Die Reihenfolge orientiert sich dabei an den Vorgaben des Fragebogens. Der Fragebogen war in 4 Themenbereiche unterteilt:

A. Fragen zur schulischen Situation
B. Fragen zum Unterricht
C. Fragen zu Aus- und Weiterbildung
D. Fragen zur Person

3.2.1. FRAGEN ZUR SCHULISCHEN SITUATION (A)

In diesem ersten Teil des Fragebogens sollten die Rahmenbedingungen der Lehrkräfte an ihren Schulen bezüglich Experimenten in der Fächergruppe P/C/B untersucht werden. Von Interesse war der Umfang des P/C/B-Unterrichts der einzelnen Lehrkraft, die Klassenstärken, die Ausstattung der Schulen mit Fachräumen und Material sowie die Art und Weise der Aufbewahrung des Experimentiermaterials. Dieser Bereich des Fragebogens bestand aus folgenden 5 Fragen:

A1 In welchem Umfang unterrichteten Sie P/C/B im vergangenen Schuljahr?

A2 In welchen Jahrgangsstufen unterrichteten Sie P/C/B im vergangenen Schuljahr, wie groß waren hierbei die Klassenstärken?

A3 Gibt es an Ihrer Schule Fachräume für P/C/B?

A4 Wie beurteilen Sie die Ausstattung Ihrer Schule für Experimente?

A5 Wie wird in Ihrer Schule das Experimentiermaterial aufbewahrt?

A1 In welchem Umfang unterrichteten Sie P/C/B im vergangenen Schuljahr?

Die 189 Lehrkräfte, die sich an der Befragung beteiligten, unterrichteten im Schuljahr 2000/2001 226 Klassen in der Fächergruppe P/C/B. Dies entspricht durchschnittlich 1,19 Klassen pro Lehrkraft. Abbildung 3.4 zeigt die prozentuale Verteilung der Antworten auf die Frage „*In welchem Umfang unterrichteten Sie P/C/B im vergangenen Schuljahr?“.*

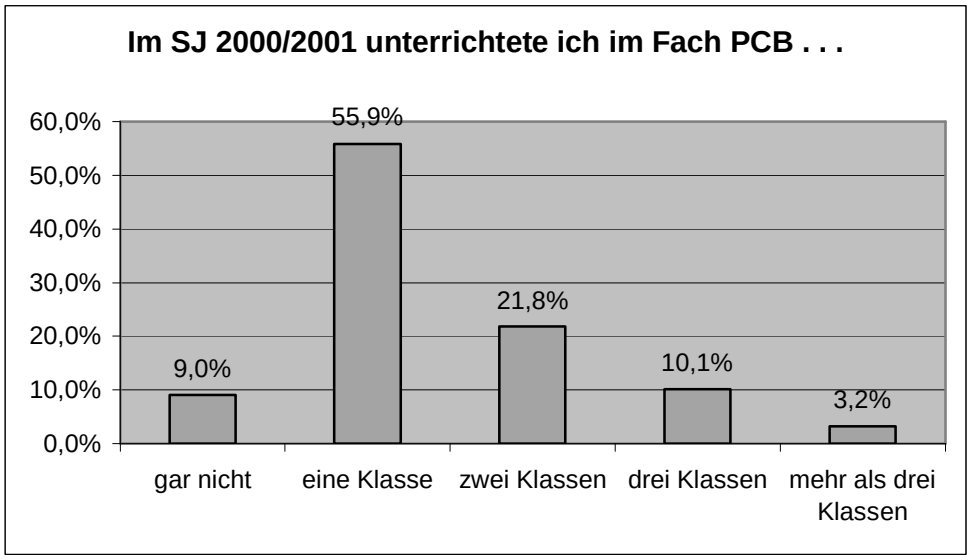


Abbildung 3.4: Umfang des PCB-Unterrichts im vergangenen Schuljahr

Nur 9 % der Stichprobe unterrichtete im Schuljahr 2000/2001 P/C/B nicht. Fast 90 % der befragten Lehrkräfte kann also auf eigene Erfahrungen im P/C/B-Unterricht aus dem vergangenen Schuljahr zurückgreifen. Die Mehrheit der Lehrkräfte, nämlich 55,9 %, unterrichtete P/C/B in einer Klasse. In der Regel dürften diese Lehrkräfte auch Klassenleiter in dieser Klasse gewesen sein (Klassenleiterprinzip an der bayerischen Hauptschule).

A2 In welchen Jahrgangsstufen unterrichteten Sie P/C/B im vergangenen Schuljahr, wie groß waren hierbei die Klassenstärken?

Die Beantwortung dieser Frage kann darüber Aufschluss geben, in wie weit sich Lehrer der einzelnen Klassenstufen an der Befragung beteiligt haben. Abb. 3.5 zeigt eine relativ homogene Verteilung über die Jahrgangsstufen 5-9. Kaum vertreten sind Lehrkräfte der Jahrgangsstufe 10, da diese zum Zeitpunkt der Befragung noch nicht an allen Hauptschulen eingerichtet war.

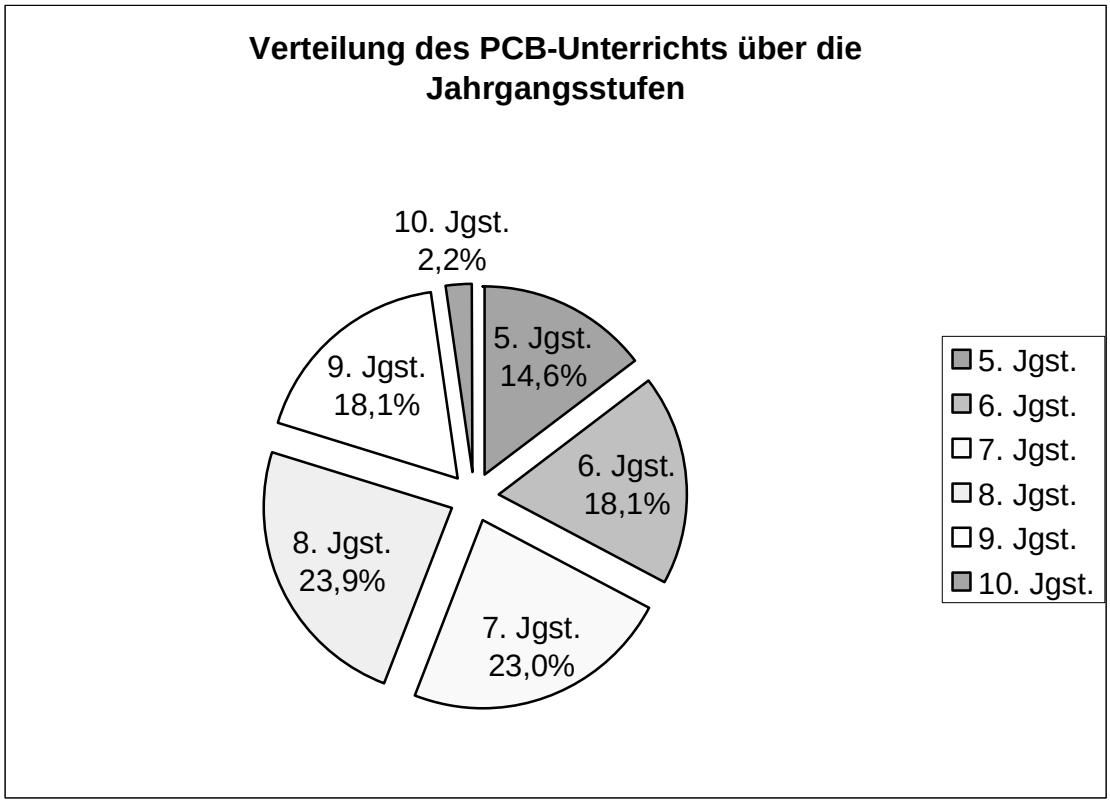


Abbildung 3.5: Verteilung des gehaltenen PCB-Unterrichts über die Jahrgangsstufen

Die Klassenstärke ist ein wichtiger Faktor bei der Durchführung von Schülerexperimenten. Häufig wird sie als ein entscheidender Grund genannt, warum nur relativ selten Schülerexperimente durchgeführt werden. Klassen mit unter 20 bzw. über 30 Schülern wurden von den befragten Lehrern mit 8,8% bzw. 2,7% nur in relativ geringem Umfang unterrichtet. Klassen mit Schülerzahlen zwischen 20 und 25 Schülern machten mit 55,3% die größte Gruppe aus, jedoch auch Klassen mit Schülerzahlen zwischen 26 und 30 Schülern stellten mit 33,2% einen relativ großen Anteil.

Bedenkt man, dass Schülerexperimente spätestens bei Klassenstärken ab 26 Schülern sehr problematisch werden, muss man feststellen, dass dies bei über einem Drittel der Klassen der Fall war, in denen die befragten Lehrkräfte unterrichteten.

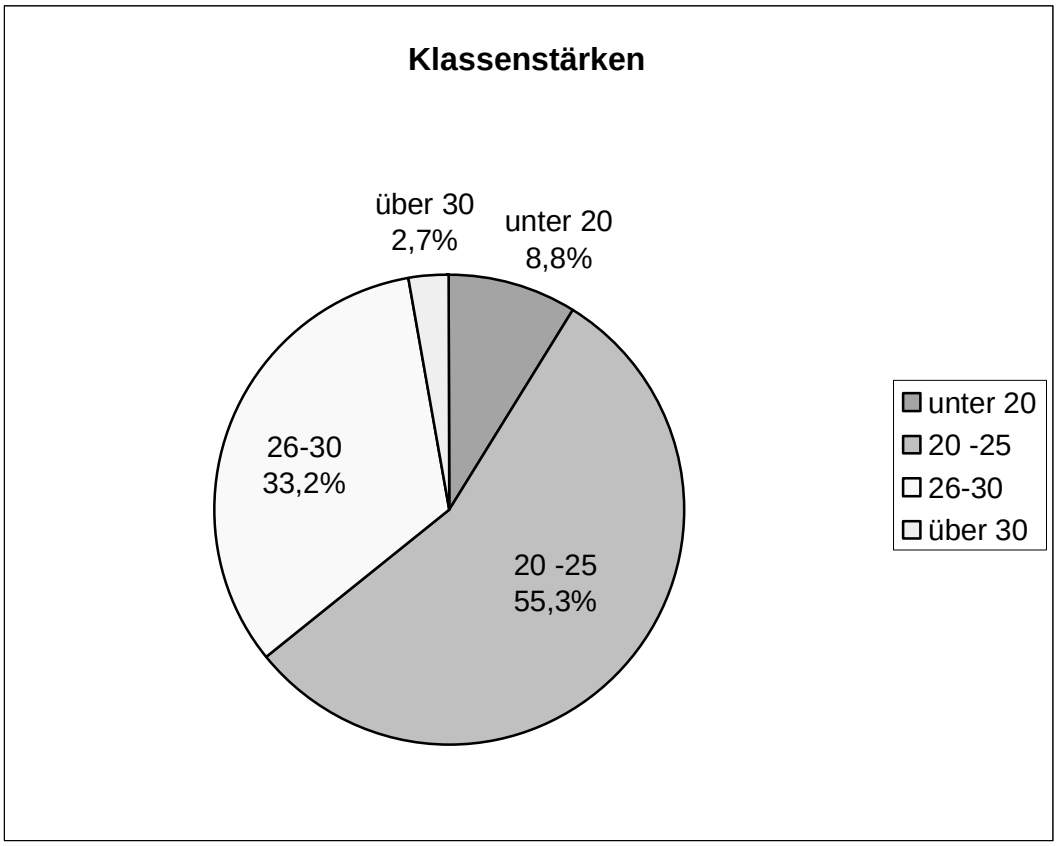


Abbildung 3.6: Klassenstärken im P/C/B-Unterricht

A3 Gibt es an Ihrer Schule Fachräume für P/C/B?

Ein wichtiger Bedingungsfaktor, ob und in welchem Umfang Experimente im P/C/B - Unterricht durchgeführt werden (können) ist das Vorhandensein entsprechender Fachräume. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht existieren Fachräume an der bayerischen Hauptschule hauptsächlich in drei Ausprägungen[1]:

- Fachräume für Demonstrationsexperimente.
- Fachräume für Schülerexperimente.
- Kombinierte Fachräume für Demonstrations- und Schülerexperimente

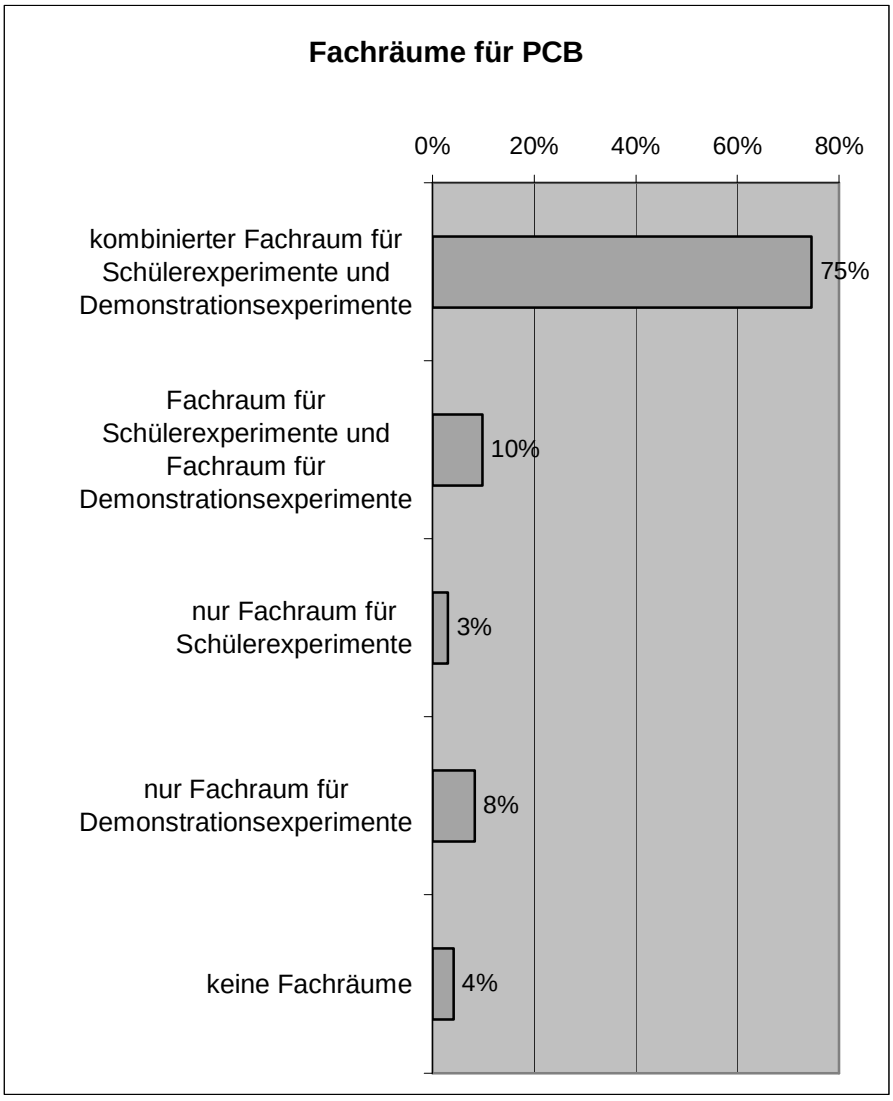


Abbildung 3.7: Fachräume für die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie

[1] siehe Abschnitt 2.2.5.: Experimentelle Ausstattung an den Hauptschulen, S. 56

Abbildung 3.7 zeigt, dass der kombinierte Fachraum für Demonstrations- und Schülerexperimente an den erfassten Schülern mit 75% bei weitem am meisten vertreten ist. 10% der erfassten Schulen besitzen Fachräume für Demonstrationsexperimente und Fachräume für Schülerexperimente, während 3% nur über einen Fachraum für Schülerexperimente und 8% nur über einen Fachraum für Demonstrationsexperimente verfügen. Immerhin 4% der erfassten Schulen besitzen keinen Fachraum für die Durchführung von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Zusammenfassend kann man sagen, dass 7% der Schulen kein Fachraum für die Durchführung von Demonstrationsversuchen zur Verfügung steht, 12% haben keinen Fachraum, der für die Durchführung von Schülerexperimenten geeignet ist. 85% der erfassten Schulen bieten die Möglichkeit zur Durchführung von Demonstrationsexperimenten und Schülerexperimenten, was das Vorhandensein entsprechender Fachräume betrifft.

A4 Wie beurteilen Sie die Ausstattung Ihrer Schule für Experimente?

Neben der Existenz von entsprechenden Fachräumen ist die experimentelle Ausstattung der Schulen von entscheidender Bedeutung für die Möglichkeit zur Durchführung von Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht. Bei den Antwortmöglichkeiten wurde sowohl hinsichtlich Ausstattung für Schüler- bzw. Demonstrationsexperimente, als auch hinsichtlich Ausstattung für Experimente in Physik bzw. Experimente in Chemie differenziert. Zu beachten ist bei der Interpretation der Antworten, dass mit Hilfe der Befragung lediglich die subjektive Einschätzung der befragten Lehrkräfte bezüglich der Ausstattung ihrer Schule ermittelt werden konnte. Obwohl aus diesem Grund keine objektive Aussage über die Ausstattungen an den Schulen gemacht werden kann, werden doch Tendenzen deutlich. Außerdem lassen sich Aussagen bezüglich der Zufriedenheit der Lehrkräfte mit der ihnen zur Verfügung stehenden Ausstattung treffen.

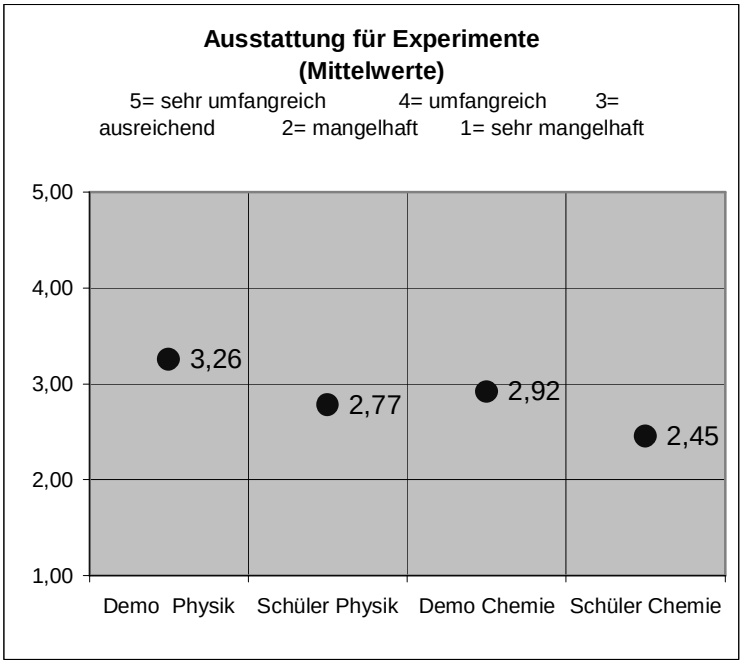


Abbildung 3.8: Mittelwerte für die Ausstattung der Schulen für Experimente

Aus den Mittelwerten bei der Ausstattung für Experimente ergeben sich zwei interessante Befunde:

- Die Ausstattung ist im Mittel für Demonstrationsexperimente signifikant besser als für Schülerexperimente.
- Die Ausstattung für Demonstrationsexperimente und für Schülerexperimente ist im Fach Physik deutlich besser als im Fach Chemie.

Betrachtet man die Einschätzungen bezüglich der Experimentalausstattung an den Schulen im einzelnen, wird deutlich wie unterschiedlich diese an den einzelnen Schulen von den Lehrkräften beurteilt werden. Während ein beachtlicher Teil der befragten Lehrkräfte die Ausstattung mit sehr umfangreich bzw. umfangreich bewertet, beurteilt ein ebenso beachtlicher Teil die Ausstattung als mangelhaft bzw. sehr mangelhaft. Auch hier zeigt sich deutlich, dass einerseits die Ausstattung für Demonstrationsexperimente besser beurteilt wird als die für Schülerexperimente, dass andererseits die Ausstattung für Physik deutlich besser zu sein scheint als die für Chemieexperimente.

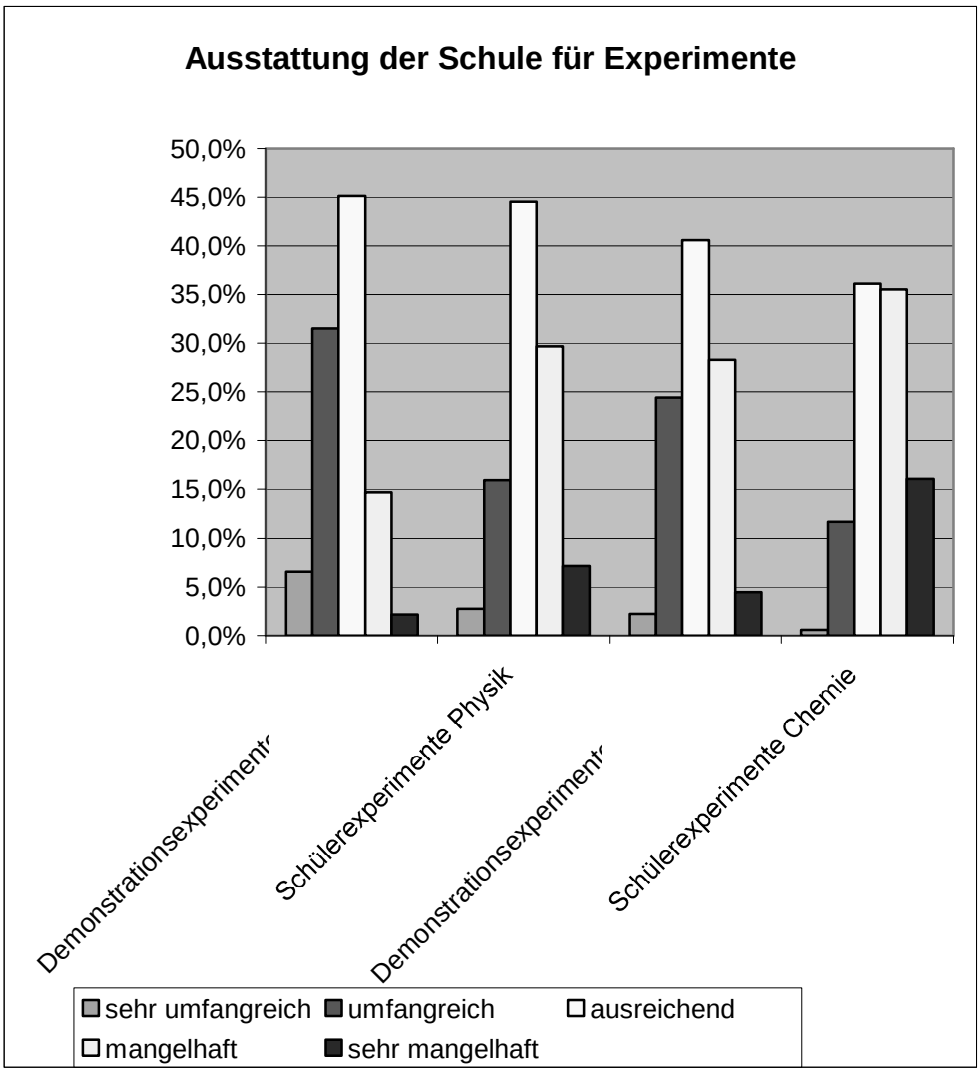


Abbildung 3.9: Ausstattung der Schule für Experimente

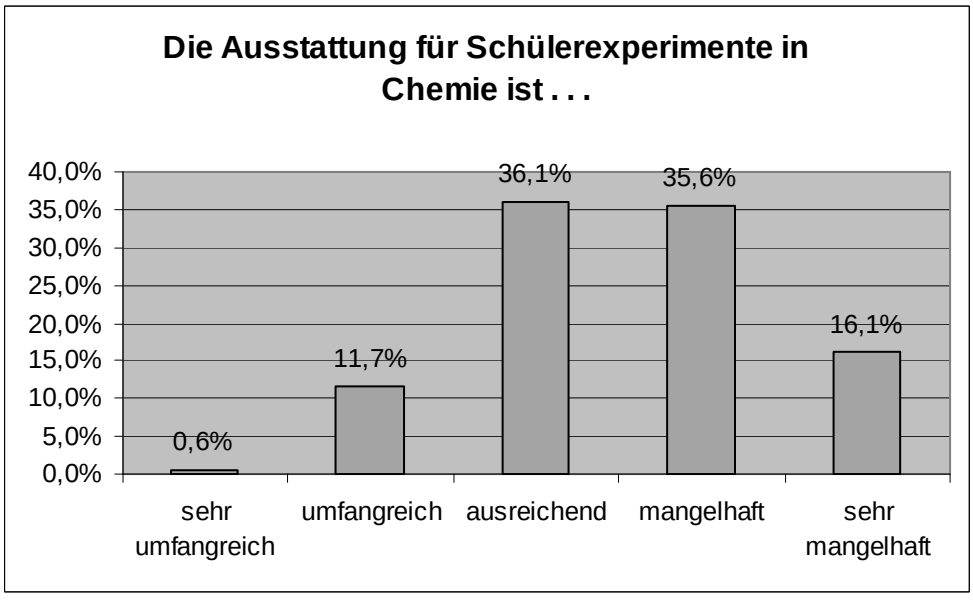


Abbildung 3.10: Ausstattung für Schülerexperimente in Chemie

Abbildung 3.10 zeigt das Antwortverhalten für Schülerexperimente in Chemie nochmals im Detail. Die Ausstattung für Schülerexperimente in Chemie wurde deutlich am schlechtesten beurteilt. Während hier nur 12,3% der befragten Lehrkräfte die Ausstattung als sehr umfangreich oder umfangreich empfinden, bewerteten über die Hälfte, nämlich 51,7% die Ausstattung an ihrer Schule mit mangelhaft bzw. sehr mangelhaft.

A5 Wie wird in Ihrer Schule das Experimentiermaterial aufbewahrt?

Experimentieren im Unterricht, insbesondere die Durchführung von Schülerexperimenten erfordert einen deutlich erhöhten Aufwand bei der Vor- und Nachbereitung des Unterrichts. Um diesen per se höheren Aufwand möglichst zu verringern, gilt es die Aufbewahrung des Experimentiermaterials zu optimieren, um so Zeit bei der Vorbereitung der Experimente einzusparen. Da dieses Bestreben einen nicht unerheblichen Teil des Gesamtkonzeptes darstellt, war von Interesse, auf welche Weise[2] das Experimentiermaterial üblicherweise aufbewahrt wird. Hier waren Mehrfachnennungen bei den Antwortmöglichkeiten möglich. Das Experimentiermaterial wird in fast allen Schulen zumindest teilweise in Schränken im Vorbereitungsraum aufbewahrt. Zusätzlich bewahrt ca. die Hälfte der Schulen eine Teil des Experimentiermaterials in Schränken im Unterrichtsraum auf. 8% der befragten Lehrkräfte verwenden Boxen, in denen das Experimentiermaterial zu einem bestimmten Experiment aufbewahrt wird.

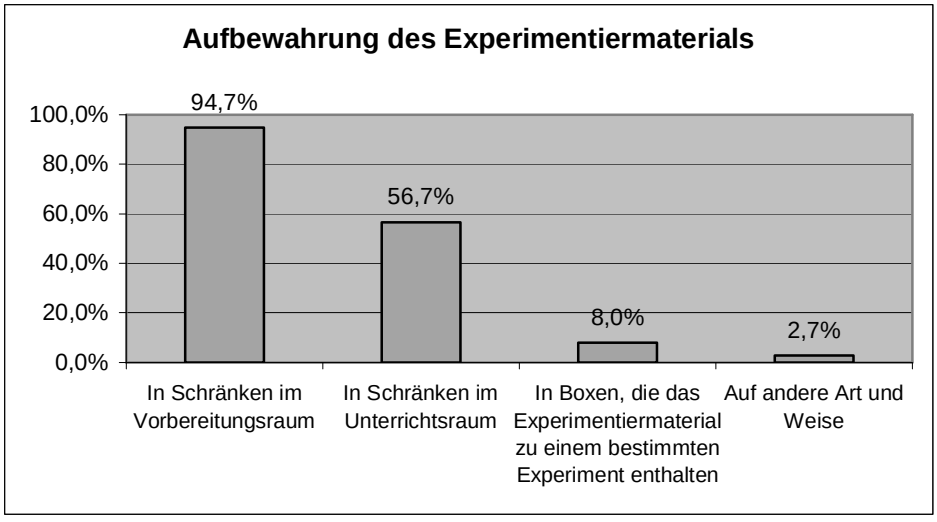


Abbildung 3.11: Aufbewahrung des Experimentiermaterials

[2] siehe Abschnitt 2.2.5: Experimentelle Ausstattung an den Hauptschulen

Zusammenfassung: Fragen zur schulischen Situation

Da die Rahmenbedingungen für Experimente im Unterricht wichtig sind, wurde im Bereich A des Fragebogens die schulische Situation der Lehrkräfte untersucht. Dazu kann zusammenfassend festgestellt werden:

- Der überwiegende Teil der befragten Lehrkräfte unterrichtete eine oder zwei Klassen im Fach P/C/B. Eine „Spezialisierung“ von Lehrkräften auf das Fach P/C/B ist nur in Ausnahmefällen gegeben.
- Erwartungsgemäß waren die Klassenstärken sehr heterogen. Während die Kategorien „unter 20“ und „über 30“ insgesamt nur ca. ein Zehntel ausmachten, unterrichtete ca. die Hälfte der befragten Lehrkräfte in Klassen mit 20 bis 25 Schülern, ein Drittel in Klassen mit 26 bis 30 Schülern. Dieser Befund ist insbesondere deshalb von Bedeutung, da bei Interviews zu große Klassen häufig als wichtiges Hindernis bei der Durchführung von Schülerexperimenten genannt wurden.
- Die meisten der befragten Lehrkräfte können einen kombinierten Fachraum für Schülerexperimente und Demonstrationsexperimente nutzen, nur 4% der befragten Lehrkräfte steht kein Fachraum zur Verfügung.
- Auch bei der den befragten Lehrkräften zur Verfügung stehenden Ausstattung für Experimente sind die Ergebnisse erwartungsgemäß sehr heterogen. Auffällig ist, dass die Ausstattung für Physik durchgängig besser bewertet wird als die für Chemie. Ebenso beurteilen die Lehrkräfte die Ausstattung für Demonstrationsexperimente fast durchgehend besser als die für Schülerexperimente. Über die Hälfte der Befragten bewerten die Ausstattung für *Schülerexperimente Chemie* mit *mangelhaft* oder *sehr mangelhaft*!
- An den meisten Schulen, an denen die befragten Lehrkräfte unterrichten, wird das Experimentiermaterial in Schränken im Vorbereitungsraum und in Schränken im Unterrichtsraum aufbewahrt. 8% der Befragten verwenden zusätzlich auch Boxen, in denen sie das Experimentiermaterial zu einem bestimmten Experiment aufbewahren.

3.2.2. FRAGEN ZUM UNTERRICHT (B)

In diesem Fragenkomplex sollten zum einen die Einstellungen der Lehrkräfte zum Fach P/C/B und zu (Schüler) - Experimenten untersucht werden. Zum anderen wurde nach der Häufigkeit des Einsatzes verschiedener Unterrichtsmethoden und von Experimenten im Unterricht gefragt.

B1 Welche Bedeutung geben Sie der Fächergruppe P/C/B im Vergleich zu anderen Fächern?

Die Bedeutung, die dem Fach P/C/B von den Lehrkräften zugemessen wird, wirkt sich stark auf den Unterricht aus. Es ist evident, dass Lehrkräfte, die einem bestimmten Fach eine hohe Bedeutung im Fächerkanon zumessen, bereit sind, für dieses Fach einen höheren Aufwand bezüglich Vorbereitung und Unterrichtsgestaltung zu betreiben.

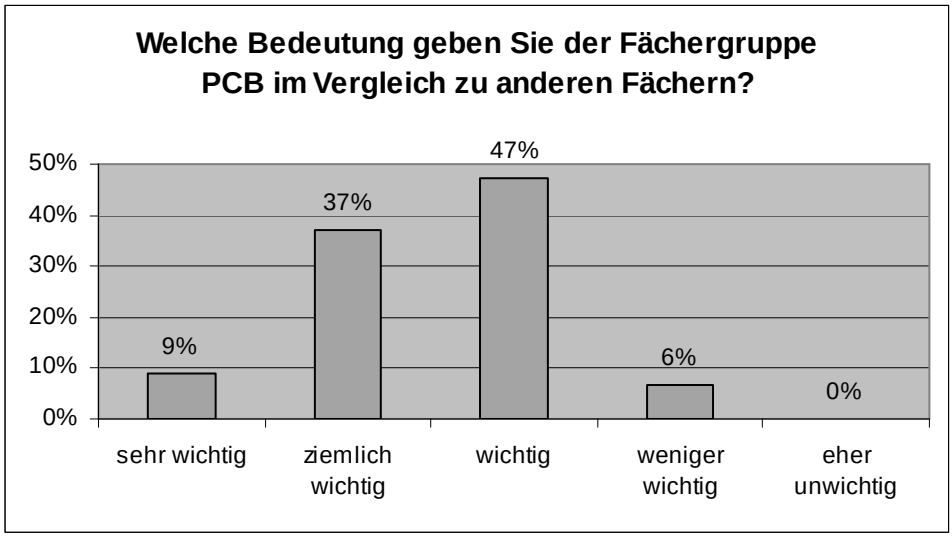


Abbildung 3.12: Einschätzung der Bedeutung der Fächergruppe P/C/B durch Lehrkräfte

Wie Abbildung 3.12 zeigt, schätzen die Lehrkräfte die Fächergruppe P/C/B im Vergleich zu anderen Fächern als wichtig ein. Nur 6 % geben der Fächergruppe P/C/B die Bedeutung „weniger wichtig“. Diese erfreulichen Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Mehrheit der Lehrkräfte durchaus bereit ist, für die von ihnen als wichtig eingestufte Fächergruppe P/C/B einen entsprechenden Aufwand bei der Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts zu treiben. Die Einstufung deutet

ebenso daraufhin, dass die Lehrkräfte bestrebt sind, ihren Unterricht zu verbessern, und somit Fortbildungen in diesem Bereich positiv gegenüberstehen.

B2 Welche Unterrichtsmethoden setzen Sie in Ihrem P/C/B-Unterricht ein?

Die Diskussion um die Bedeutung der Unterrichtsmethode hat nach PISA einen neuen Höhepunkt erreicht. Aufgerüttelt durch die von deutschen Schülern erzielten mittelmäßigen Ergebnisse werden von verschiedensten Seiten Sofortprogramme zur Verbesserung des Unterrichts gefordert. KLIPPERT[3] fordert mit seinem „Haus des Lernens“ für alle Schularten die Errichtung einer neuen Lern- und Lehrkultur, weg vom in Verruf geratenen Frontalunterricht. Gefordert wird vor allem mehr individuelles und eigenverantwortliches Lernen des Schülers, einen hohen Stellenwert nehmen Schlüsselqualifikationen wie Methodenkompetenzen oder Sozialkompetenzen ein.

Auch bei der Entwicklung eines Fortbildungskonzeptes für den Chemieunterricht im Rahmen der Fächergruppe P/C/B an der bayerischen Hauptschule muss selbstverständlich die Diskussion um geeignete Unterrichtsmethoden berücksichtigt werden. Dabei ist natürlich von besonderem Interesse, mit welcher Häufigkeit die Lehrkräfte gängige Unterrichtsmethoden[4] in ihrem Unterricht einsetzen. Vorgegeben wurden den befragten Lehrkräften sechs Unterrichtsmethoden, die sie mit den Argumenten „häufig“, „manchmal“ bzw. „nie“ bezüglich des Einsatzes in ihrem Unterricht belegen sollten:

- Frontalunterricht
- Handlungsorientierter Unterricht ohne Experimente
- Unterricht mit Demonstrationsexperimenten
- Problemlösender Unterricht mit Schülerexperimenten
- Lernzirkel mit Schülerexperimenten
- Freiarbeit

Frontalunterricht ist nach wie vor auch in der Fächergruppe P/C/B die beliebteste und am häufigsten eingesetzte Form des Unterrichts, 59 % der Befragten gaben an, ihn häufig zu praktizieren. Unterricht mit Demonstrationsexperimenten wird von 28 % der

[3] vgl. KLIPPERT 1994

[4] Der Begriff „Unterrichtsmethoden“ wurde hier im weitesten Sinn verwendet, um den Fragebogen so zu gestalten, dass Missverständnisse möglichst minimiert werden.

Befragten häufig eingesetzt. Handlungsorientierter Unterricht ohne Experimente wird von 16 % der Befragten, problemlösender Unterricht mit Schülerexperimenten von nur 10 % der befragten Lehrkräfte häufig eingesetzt wird. Immerhin 70 % der Befragten geben an, problemlösenden Unterricht mit Schülerexperimenten manchmal durchzuführen, ca. 20 % tun dies nie. Betrachtet man das Antwortverhalten der einzelnen befragten Lehrkräfte, so zeigt sich, dass die Lehrkräfte zwar um eine gewisse Methodenvielfalt bemüht scheinen, aber dennoch eher zu lehrerzentrierten Unterrichtsmethoden neigen.

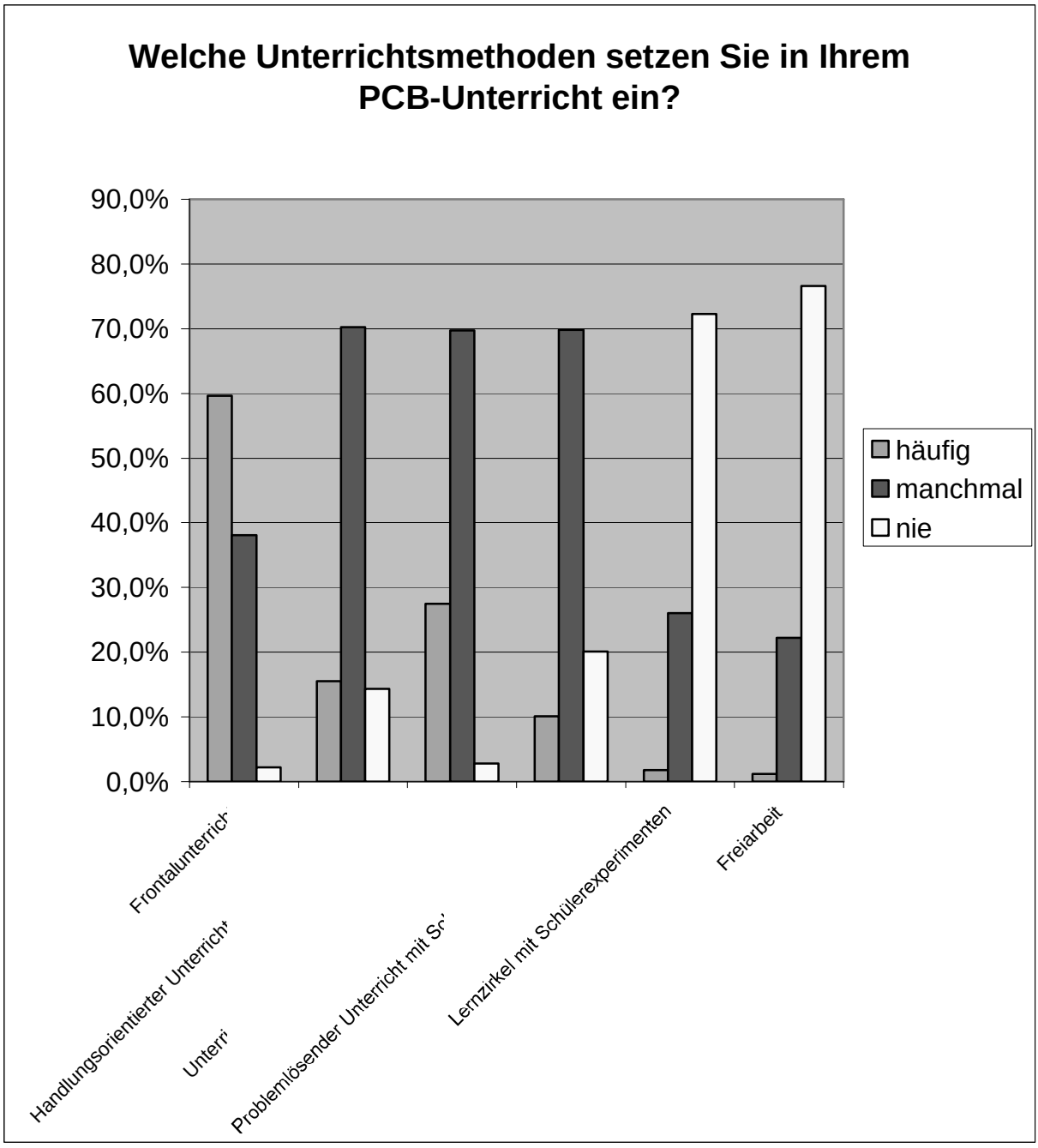


Abbildung 3.13: Unterrichtsmethoden im P/C/B-Unterricht

Insgesamt zeigt sich, dass den handlungsorientierten, schüleraktivierenden Unterrichtsmethoden auch und gerade im P/C/B-Unterricht nicht die ihnen zustehende Bedeutung zukommt.

B3 Wie oft führen Sie Experimente in Ihrem P/C/B-Unterricht durch?

In engem Zusammenhang mit der gewählten Unterrichtsmethode steht die Durchführungshäufigkeit von Demonstrationsexperimenten bzw. Schülerexperimenten. Abbildung 3.14 zeigt, dass Demonstrationsexperimente deutlich häufiger durchgeführt werden, als Schülerexperimente, was ältere Untersuchungen[5] aus anderen Schularten bestätigen. Die Hälfte der befragten Lehrkräfte lässt die Schüler zweimal im Halbjahr oder seltener im P/C/B-Unterricht experimentieren. Dies wird weder den Vorgaben des Lehrplans gerecht, der Schülerexperimenten explizit den Vorrang einräumt, noch der aktuellen Diskussion um schüleraktivierende Lehr- und Lernmethoden.

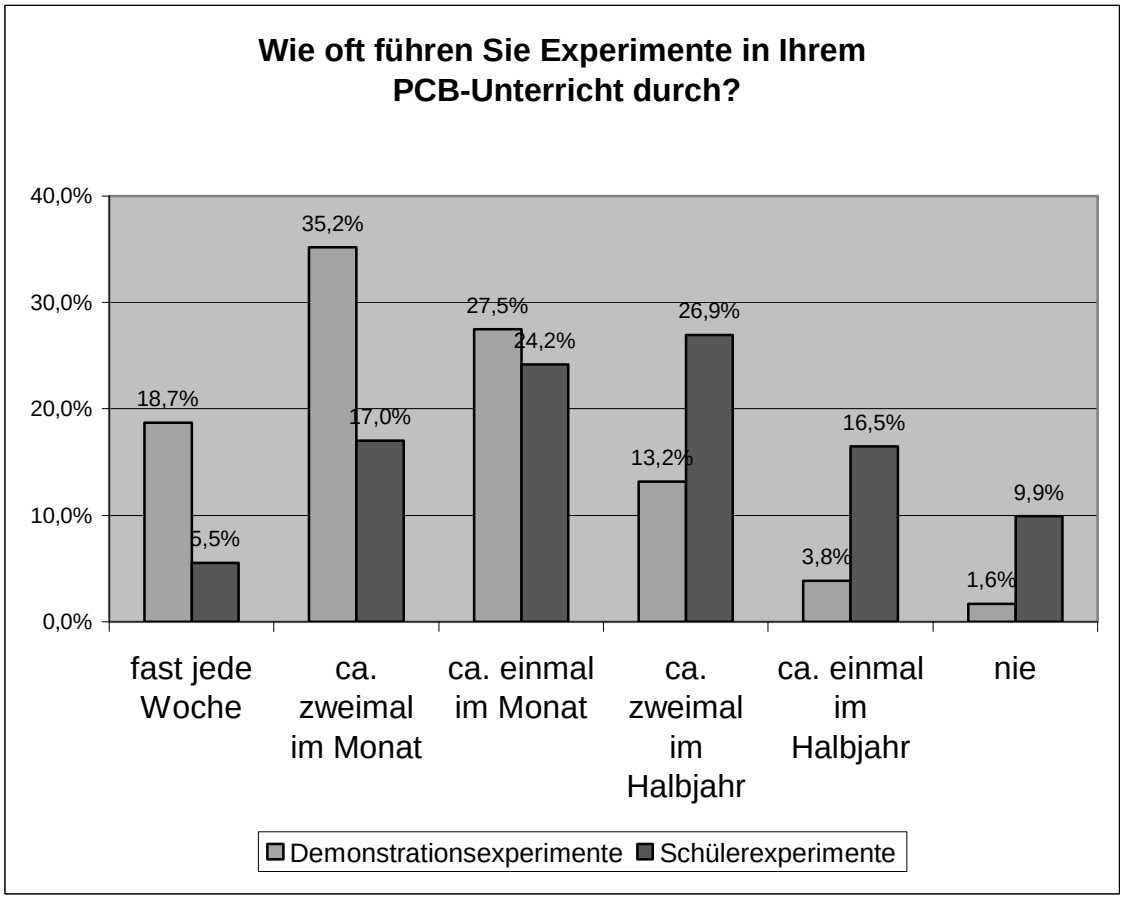


Abbildung 3.14: Durchführungshäufigkeit von Demonstrations- und Schülerexperimenten

[5] vgl. NENTWIG 1978, S. 84 oder NENTWIG, WENCK 1983, S. 71

B4 Führen Sie Schülerexperimente bevorzugt in einem Fach der Fächergruppe P/C/B durch?

Die oftmals geäußerte Kritik an der Fächergruppe P/C/B beruht zum Teil auf der Einschätzung, dass Lehrkräfte, je nach persönlichen Vorlieben, einem Fach aus der Fächergruppe größeren Platz einräumen, während ein anderes Fach zu kurz kommt. Es liegt die Vermutung nahe, dass sich derartige persönliche Vorlieben auch bei der Durchführung von Schülerexperimenten widerspiegeln. In der Tat zeigt Abbildung 3.15 deutliche Unterschiede bei der Durchführungshäufigkeit von Schülerexperimenten in den Fächern der Fächergruppe P/C/B:

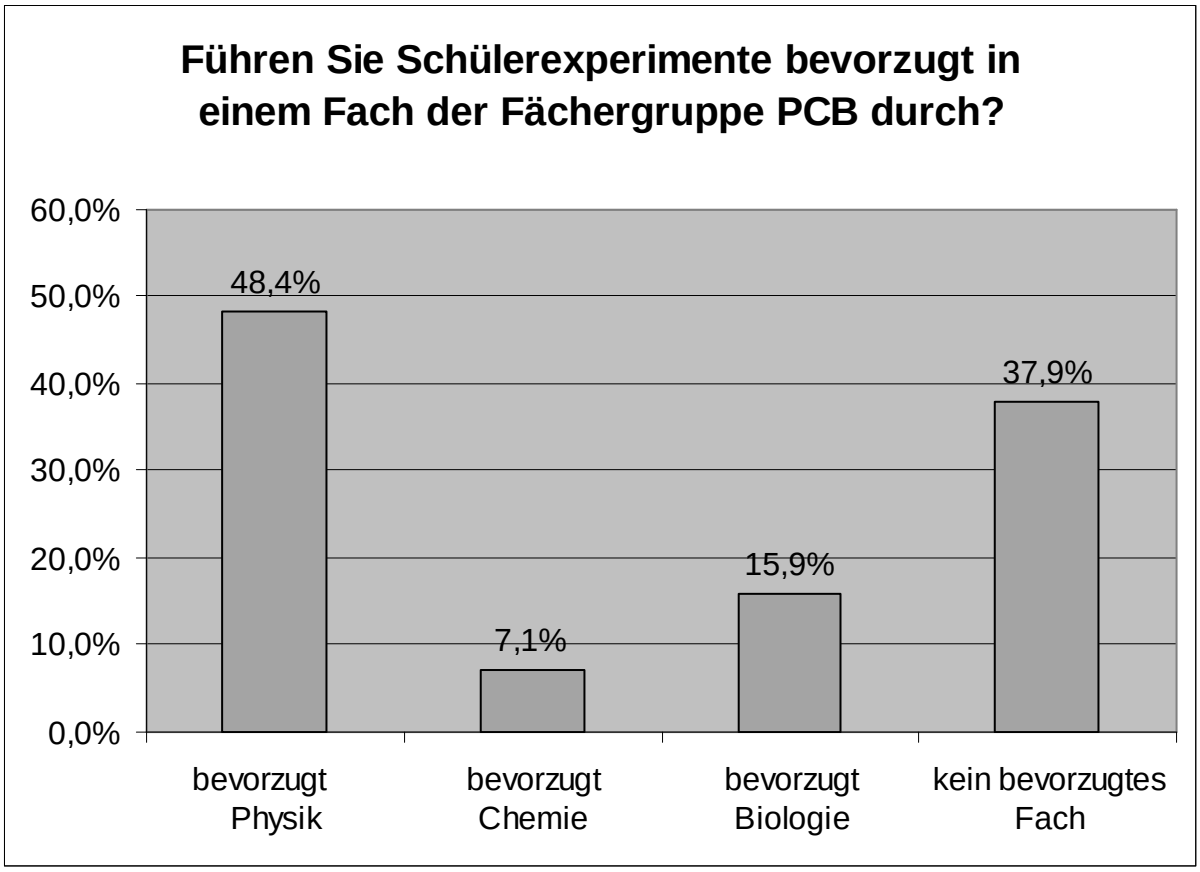


Abbildung 3.15: Bevorzugtes Fach bei der Durchführung von Schülerexperimenten

49 % der befragten Lehrkräfte gaben an, Schülerexperimente bevorzugt in Physik durchzuführen, während nur 7 % das Fach Chemie bei der Durchführung von Schülerexperimenten bevorzugen. Immerhin haben 38 % der Stichprobe kein bevorzugtes Fach bei der Durchführung von Schülerexperimenten.

Dieses Ergebnis legt den Schluss nahe, dass im Fach Chemie der Fächergruppe P/C/B besonders selten Schülerexperimente durchgeführt werden. Das unterstreicht

die Notwendigkeit, Lehrern gerade im Bereich Chemie der Fächergruppe P/C/B Hilfen anzubieten, die sie zu der Durchführung von Schülerexperimenten ermuntern und befähigen. Erfolgversprechend erscheint dies auch deswegen, da viele Lehrkräfte unter besseren Rahmenbedingungen gerne öfter Schülerexperimente durchführen würden[6]. Um zielgerichtete Hilfen anbieten zu können, muss nach den Gründen für die genannten Ergebnisse gefragt werden.

Mögliche Gründe für den geringen Wert im Fach Chemie könnten sein:

- **Schlechte Einschätzung der eigenen Kompetenz gerade in Chemie**
  Untersuchungen zeigen, dass bei Erwachsenen gerade im Fach Chemie oftmals sehr wenig aus der Schulzeit memoriert wird. Die Chemie als „unbeliebtes Schulfach“ an der Sekundarstufe II unterstützt diese Vermutung.

- **Schlechte Ausstattung der Schulen gerade im Bereich Chemie**
  Diese Vermutung wird durch die Ergebnisse der Frage A4 gestützt, in der die Lehrkräfte die Ausstattung ihrer Schule für Experimente in den Bereichen Physik und Chemie beurteilen sollten. Hier erhält die Ausstattung in Chemie signifikant schlechtere Werte als die Ausstattung im Bereich Physik. Zudem ist der Gebrauchszustand der Geräte in Chemie (Verunreinigungen) meist wesentlich schlechter als in Physik.

- **Schülerexperimente werden gerade im Bereich Chemie als gefährlich eingeschätzt**
  Diese Annahme wurde durch die Befragung nicht explizit überprüft. In zahlreichen Gesprächen mit Hauptschullehrkräften wurden jedoch immer wieder derartige Bedenken geäußert.

- **Chemie hat einen vergleichsweise geringen Stellenwert**
  Traditionell wird der Stellenwert der Chemie im Vergleich zu den anderen naturwissenschaftlichen Fächern als relativ gering eingestuft. Der undifferenziert wahrgenommene Ruf der Chemie als Umweltverschmutzer[7] könnte hier auch eine Rolle spielen.

[6] vgl. Frage B5
[7] vgl. dazu LUTZ, PFEIFER 2002, S. 63, 67f, PFEIFER 2002, S. 141

B5 Beurteilen Sie bitte die folgenden Aussagen zu Schülerexperimenten!

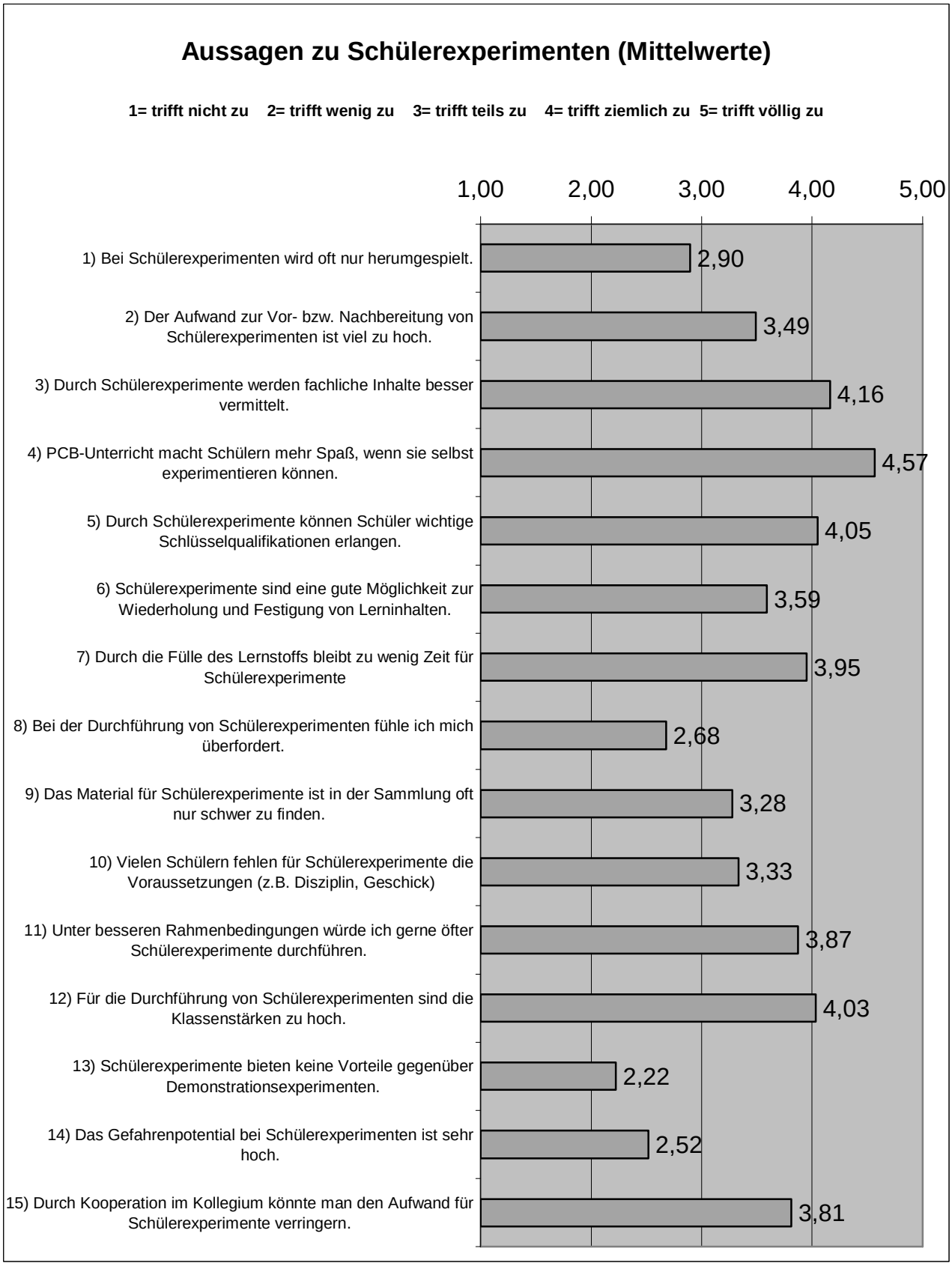

Aussagen zu Schülerexperimenten (Mittelwerte)
1= trifft nicht zu
2= trifft wenig zu
3= trifft teils zu
4= trifft ziemlich zu
5= trifft völlig zu
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
1) Bei Schülerexperimenten wird oft nur herumgespielt.
2,90
2) Der Aufwand zur Vor- bzw. Nachbereitung von Schülerexperimenten ist viel zu hoch.
3,49
3) Durch Schülerexperimente werden fachliche Inhalte besser vermittelt.
4,16
4) PCB-Unterricht macht Schülern mehr Spaß, wenn sie selbst experimentieren können.
4,57
5) Durch Schülerexperimente können Schüler wichtige Schlüsselqualifikationen erlangen.
4,05
6) Schülerexperimente sind eine gute Möglichkeit zur Wiederholung und Festigung von Lerninhalten.
3,59
7) Durch die Fülle des Lernstoffs bleibt zu wenig Zeit für Schülerexperimente
3,95
8) Bei der Durchführung von Schülerexperimenten fühle ich mich überfordert.
2,68
9) Das Material für Schülerexperimente ist in der Sammlung oft nur schwer zu finden.
3,28
10) Vielen Schülern fehlen für Schülerexperimente die Voraussetzungen (z.B. Disziplin, Geschick)
3,33
11) Unter besseren Rahmenbedingungen würde ich gerne öfter Schülerexperimente durchführen.
3,87
12) Für die Durchführung von Schülerexperimenten sind die Klassenstärken zu hoch.
4,03
13) Schülerexperimente bieten keine Vorteile gegenüber Demonstrationsexperimenten.
2,22
14) Das Gefahrenpotential bei Schülerexperimenten ist sehr hoch.
2,52
15) Durch Kooperation im Kollegium könnte man den Aufwand für Schülerexperimente verringern.
3,81

Abbildung 3.16: Mittelwerte der Einschätzungen von Aussagen der Frage B5

Da das Antwortverhalten zu den einzelnen Aussagen im Folgenden noch ausführlich diskutiert wird, sollen hier nur einige wichtige Ergebnisse angesprochen werden. Den mit 4,57 höchsten Wert der Zustimmung erreichte die Aussage 4 *„P/C/B-Unterricht macht Schülern mehr Spaß, wenn sie selbst experimentieren können."* Es ist ein sehr erfreuliches Ergebnis, dass offenbar eine große Mehrheit der befragten Lehrkräfte der Überzeugung ist, dass Schülerexperimente den P/C/B-Unterricht so bereichern, dass er den Schülern mehr Freude[8] macht. Erfreulich vor allem auch deshalb, da ja Freude am Unterricht eine der wichtigsten Voraussetzungen für erfolgreiches Lernen ist.[9]Einen mit 4,16 bzw. 4.05 recht hohen Wert der Zustimmung erhielten die Aussage 3 *„Durch Schülerexperimente werden fachliche Inhalte besser verinnerlicht."* bzw. die Aussage 5, *„Durch Schülerexperimente können Schüler wichtige Schlüsselqualifikationen erlangen."* .Dies zeigt, ebenso wie der hohe Wert bei Aussage 4, dass bei den Lehrkräften sehr wohl ein Bewusstsein für den Wert von Schülerexperimenten vorhanden ist. In die gleiche Richtung deutet auch die geringe Zustimmung für Aussage 13 *„Schülerexperimente bieten keine Vorteile gegenüber Demonstrationsexperimenten."* .

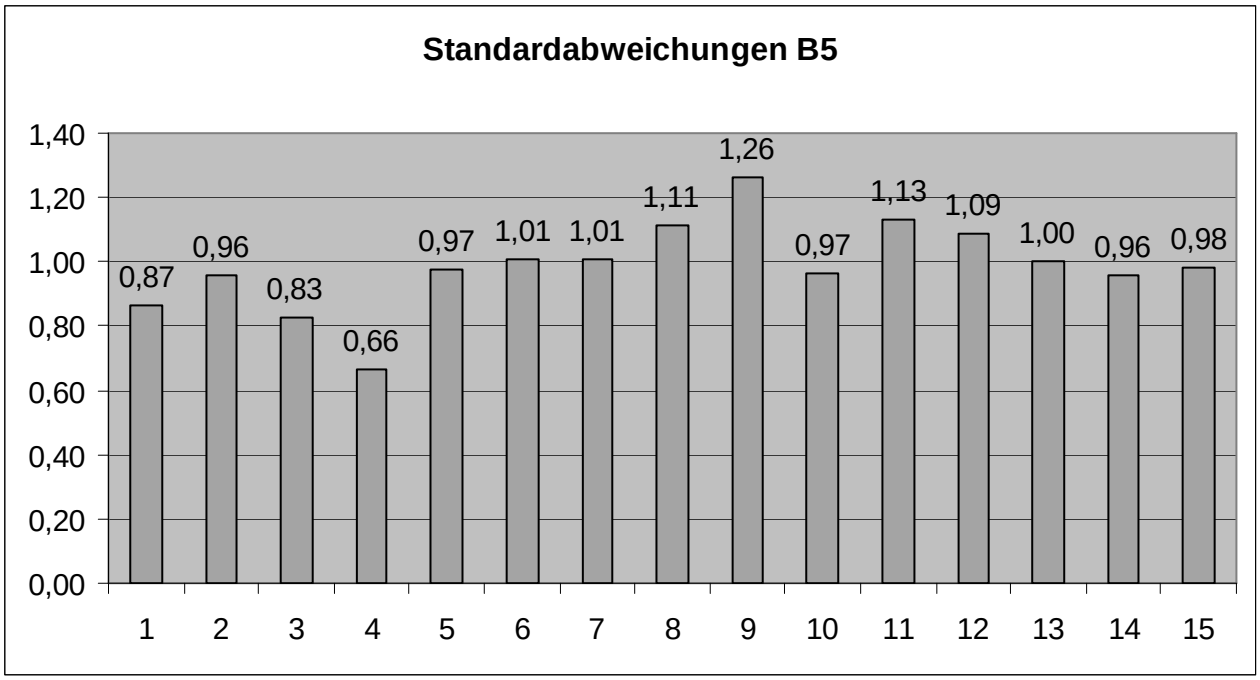


Abbildung 3.17: Standardabweichungen zu Frage B5

[8] zur Differenzierung der hier synonym gebrauchten Begriffe „Spaß" und „Freude" vgl. ANTON 1999, S.287f
[9] vgl. PFEIFER 2002, S. 142

Abbildung 3.17 zeigt die Standardabweichungen zu den Mittelwerten der Frage B5. Exemplarisch sollen zwei auffällige Werte, die der Aussage 4 mit 0,66 sowie der Aussage 9 mit 1,26 herausgegriffen werden. Der niedrige Wert bei Aussage 4 zeigt, dass die befragten Lehrkräfte hier vergleichsweise einheitlich geantwortet haben. Der Aussage *„P/C/B-Unterricht macht Schülern mehr Spaß, wenn sie selbst experimentieren können“* können sehr viele Lehrer zustimmen, diese Aussage erreicht ja auch bei den Mittelwerten den höchsten Wert. Ganz anders bei Aussage 9 (*Das Material für Schülerexperimente ist in der Sammlung oft nur schwer zu finden.*). Der hohe Wert der Standardabweichung zeigt, dass die Lehrer hier sehr uneinheitlich geantwortet haben. Dies verdeutlicht auch ein Blick auf das prozentuale Antwortverhalten bei dieser Aussage.[10]

In den folgenden Graphiken wird die prozentuale Verteilung der Einschätzungen zu den einzelnen Aussagen der Frage B5 explizit dargestellt.

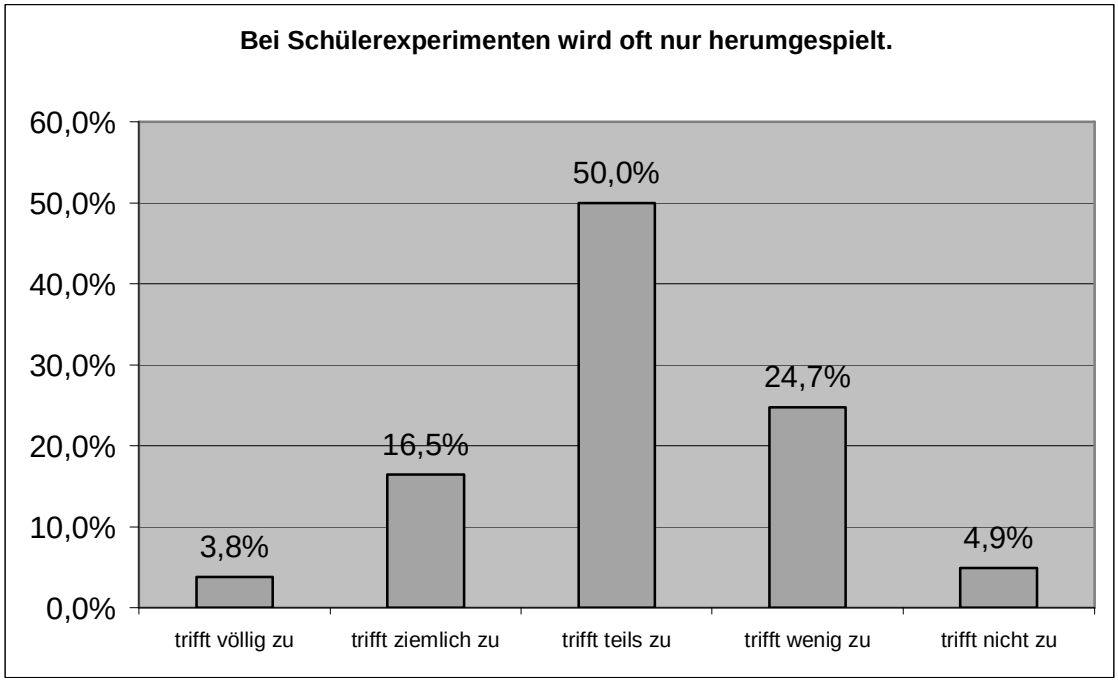


Abbildung 3.18: Aussage B5/1 (Bei Schülerexperimenten wird oft nur herumgespielt)

Auffällig ist hier, dass die Hälfte der Stichprobe die Aussage *„Bei Schülerexperimenten wird oft nur herumgespielt.“* als *„teils zutreffend“* einstufte.

[10] vergleiche Abbildung 3.26

Dieses Antwortverhalten könnte dahingehend interpretiert werden, dass viele Lehrkräfte in dieser Hinsicht unterschiedliche Erfahrungen gesammelt haben.
Das verweist wiederum auf die bereits angesprochene Tatsache, dass der Erfolg von Schülerexperimenten in hohem Maße von der Disziplin motivierter Schüler, der organisatorischen Durchführung sowie der Einbettung in ein sinnvoll artikuliertes Unterrichtsgeschehen abhängt.
Der bei Aussage B2/2 angesprochene hohe Aufwand von Schülerexperimenten ist sicherlich nicht wegzudiskutieren. Die Aussage ist hier jedoch so formuliert, dass der Aufwand *„viel zu hoch“* sei. Diese Formulierung impliziert, dass der zu erwartende Nutzen den hohen Aufwand nicht rechtfertigt. Dementsprechend breit ist hier auch das Spektrum der Einschätzungen dieser Aussage, wenn auch die Standardabweichung mit 0,96 keinen auffällig hohen Wert aufweist. Interessant ist, dass immerhin 15,8 % der befragten Lehrkräfte die Aussage mit „trifft völlig zu“ bewerten. Dieser Anteil der Lehrer dürfte demnach nicht gewillt sein, Schülerexperimente durchzuführen, da sie das Verhältnis Aufwand zu Ertrag als zu schlecht einschätzen.

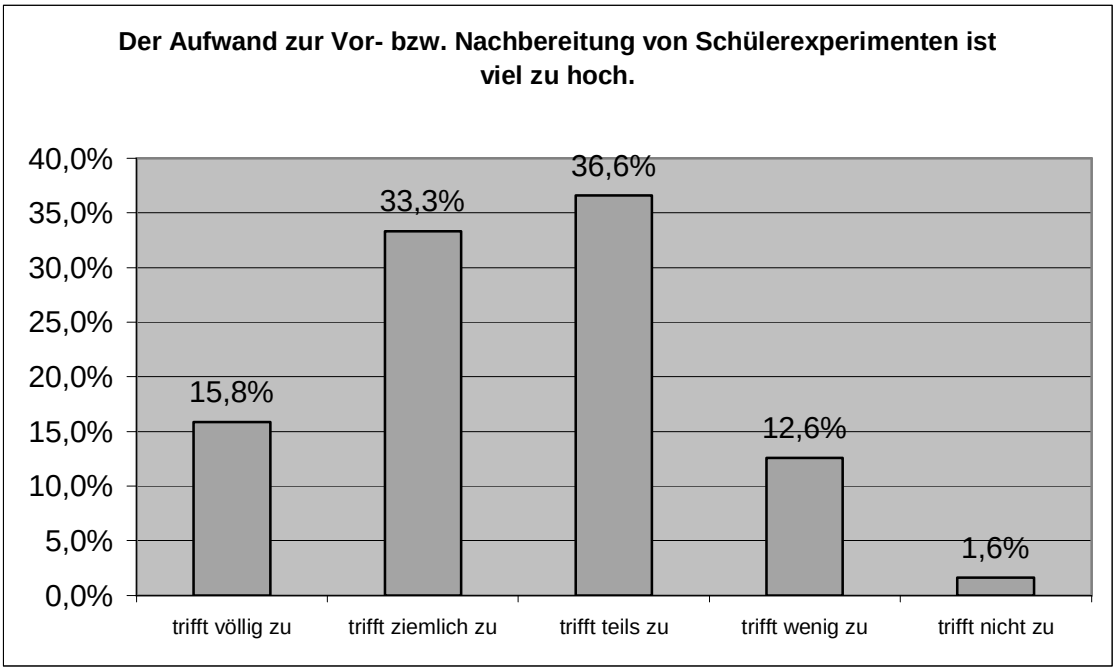


Abbildung 3.19: Aussage B5/2 (Der Aufwand zur Vor- bzw. Nachbereitung von Schülerexperimenten ist viel zu hoch)

Während also der hohe Aufwand bei Schülerexperimenten von den befragten Lehrkräften recht kritisch gesehen wird, zeigt Abbildung 3.20 dass ein großer Teil der

Befragten der Meinung ist, dass durch Schülerexperimente fachliche Inhalte besser verinnerlicht werden. Das dies nur unter bestimmten Voraussetzungen gegeben ist, wurde bereits diskutiert.[11]

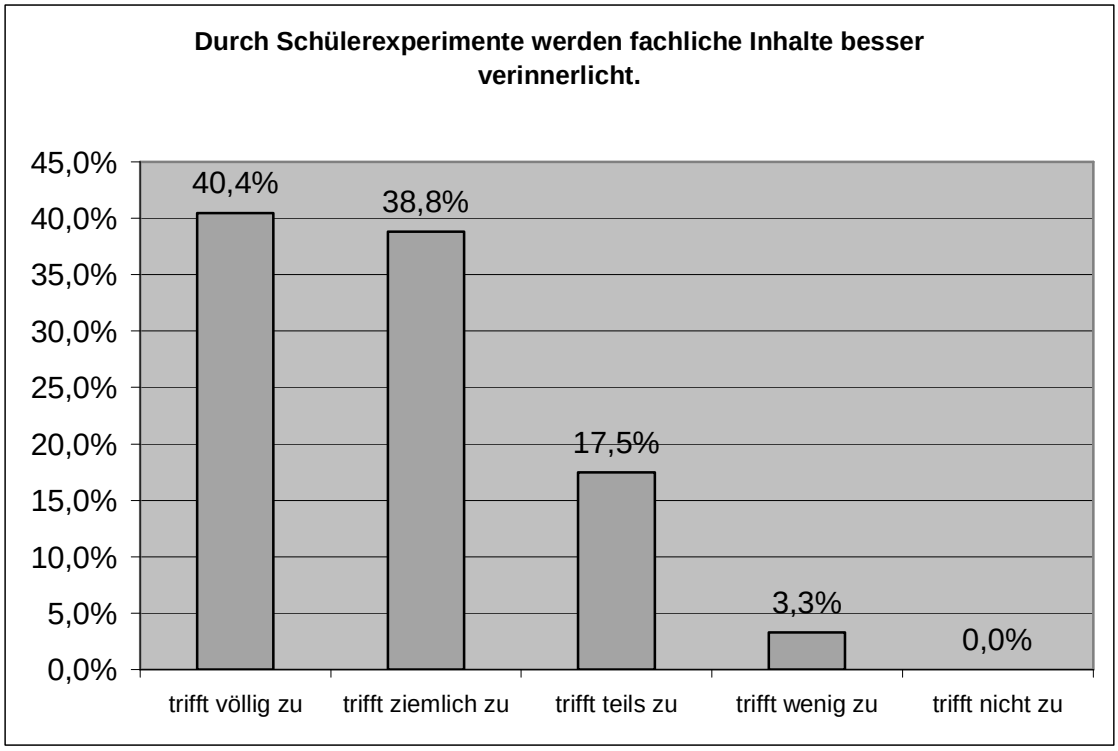


Abbildung 3.20: Aussage B5/3 (Durch Schülerexperimente werden fachliche Inhalte besser verinnerlicht)

Nimmt man die Einschätzungen „trifft völlig zu“ sowie „trifft ziemlich zu“ zusammen, sind das über drei Viertel der befragten Lehrkräfte. Diese große Zustimmung zeigt sich auch im Mittelwert, der mit 4,16 die zweitgrößte Zustimmung bei Frage B5 erhielt. Diese große Zustimmung könnte auf eine undifferenziert positive Sichtweise der Lehrkräfte hindeuten. Dies macht deutlich, dass eine eingehende Diskussion der Einbettung des Experiment in den Unterrichtsverlauf bei Fortbildungsveranstaltungen von entscheidender Bedeutung ist.

Die größte Zustimmung bei Frage B5 erhielt die Aussage B5/4, dass Schülern P/C/B-Unterricht mehr Spaß macht, wenn sie selbst experimentieren können. Bei einem Mittelwert von 4,57 hatte diese Aussage mit 0,66 auch die geringste Standardabweichung. Abbildung 3.21 zeigt deutlich, das die befragten Lehrkräfte dieser Aussage weitgehend zustimmen können.

[11] vgl. Abschnitt 2.2.1 sowie 2.2.4.

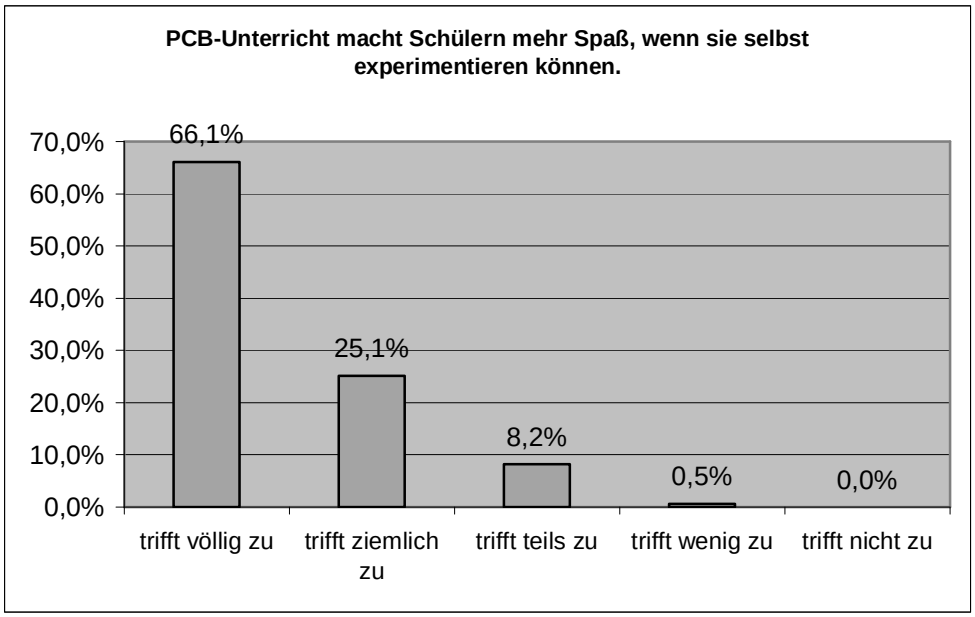


Abbildung 3.21: Aussage B5/4 (P/C/B-Unterricht macht Schülern mehr Spaß, wenn sie selbst experimentieren können)

Nicht erst seit PISA wird das Erlangen von Schlüsselqualifikationen als eine wichtige Aufgabe der Schule betrachtet.[12] Wie bereits dargestellt wurde, bietet das selbsttätige Experimentieren Schülern vielfältige Möglichkeiten., Schlüsselqualifikationen anzubahnen, auszuprägen oder zu perfektionieren. An dieser Stelle seinen nur noch einmal stichpunktartig einige Schlüsselqualifikationen genannt, die im Rahmen von Schülerexperimenten gefordert sein können bzw. deren Grad der Beherrschung optimiert werden kann:

- Selbständigkeit
- Verantwortungsbewusstsein
- Zielstrebigkeit
- Teamfähigkeit
- Ambiguitätstoleranz
- Methodenkompetenz

[12] vgl. BOVET & HUWENDIEK 2000, S. 496: Im „Königsberger Schulplan“ sagt Wilhelm von Humboldt im Jahr 1792: „Der Zweck des Schulunterrichts ist die Übung der Fähigkeiten und die Erwerbung der Kenntnisse, ohne welche wissenschaftliche Einsicht und Kunstfertigkeit unmöglich ist. ... Der junge Mensch ... ist also auf doppelte Weise, einmal mit dem Lernen selbst, dann mit dem Lernen des Lernens beschäftigt.“

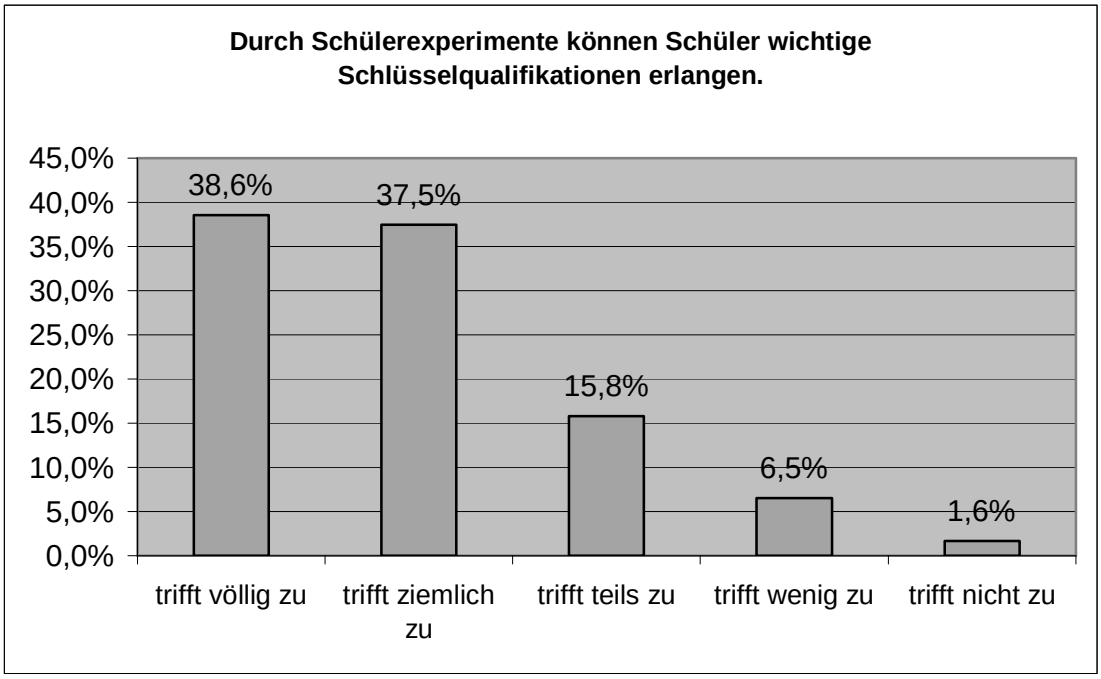


Abbildung 3.22: Aussage B5/5 (Durch Schülerexperimente können Schüler wichtige Schlüsselqualifikationen erlangen)

Wie Abbildung 3.22 zeigt, sieht auch ein Großteil der befragten Lehrkräfte diese Möglichkeit von Schülerexperimenten. Aussage B5/5 *„Durch Schülerexperimente können Schüler wichtige Schlüsselqualifikationen erlangen“* erreicht daher auch mit einem Mittelwert von 4,05 die dritthöchste Zustimmung bei Frage B5.

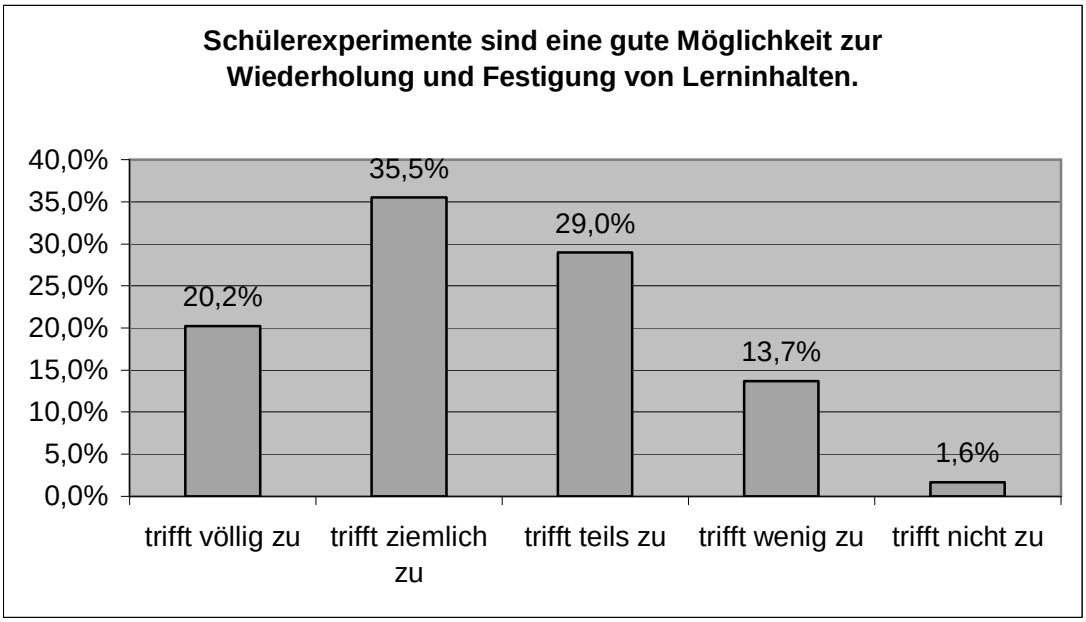


Abbildung 3.23: Aussage B5/6 (Schülerexperimente sind eine gute Möglichkeit zur Wiederholung und Festigung von Lerninhalten)

Nicht ganz so überzeugt zeigten sich die an der Befragung beteiligten Lehrkräfte, dass Schülerexperimente eine gute Möglichkeit zur Wiederholung und Festigung von Lerninhalten darstellen. Die Fülle der Lernstoffs als Hinderungsgrund für die Durchführung von Schülerexperimenten wird bei Gesprächen mit Hauptschullehrkräften sehr häufig an erster Stelle genannt. Dass derartige Überlegungen bei vielen Lehrkräften eine Rolle spielen zeigt auch Abbildung 3.24.

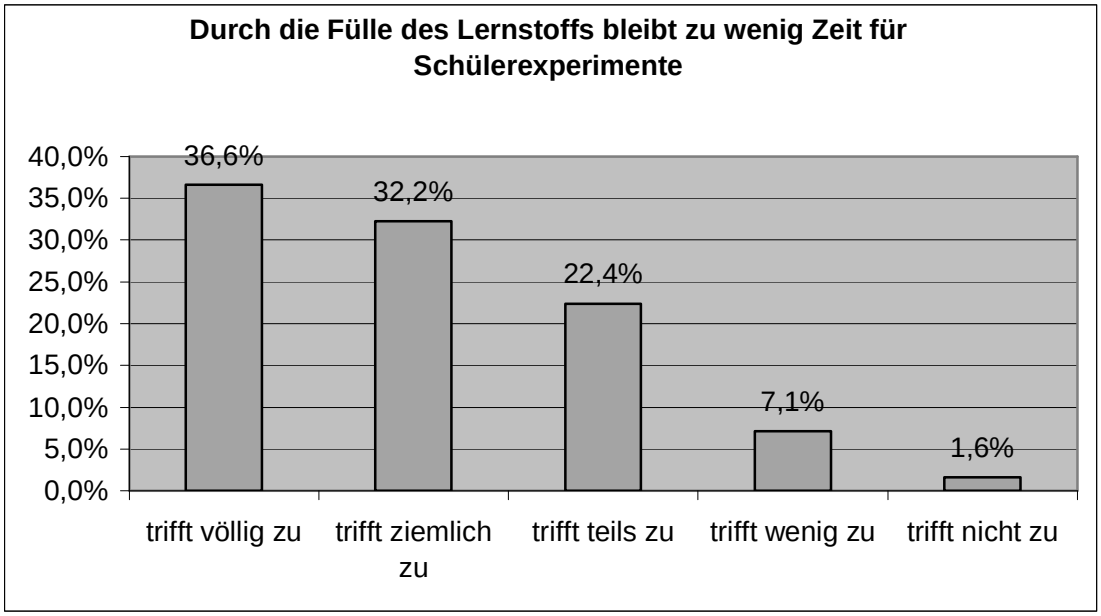


Abbildung 3.24: Aussage B5/7 (Durch die Fülle des Lehrstoffes bleibt zu wenig Zeit für Schülerexperimente)

Immerhin ca. 69% der Befragten bewerten die entsprechende Aussage B5/7 mit *„trifft völlig zu“* oder *„trifft ziemlich zu“*. In der Tat lässt der Lehrplan, sollen alle Inhalte erschöpfend abgedeckt werden, zu wenig Zeit für die eingehende, verweilende Beschäftigung mit einem Themengebiet, die zur Durchführung von Schülerexperimenten Voraussetzung ist. In diesem Zusammenhang scheint es notwendig, den Lehrkräften Mut zu machen, bestimmte Lehrplaninhalte weniger ausführlich abzuhandeln, um so Raum und Zeit für schüleraktivierenden, handlungsorientierten Unterricht zu schaffen. Die Tatsache, dass viele Hauptschullehrkräfte nur eines der Fächer der Fächergruppe P/C/B oder keines dieser Fächer studiert haben, gibt Anlass zu der Vermutung, dass sich Lehrkräfte bei der Durchführung von Schülerexperimenten überfordert fühlen könnten. Das Experimentieren im Allgemeinen, aber gerade das Experimentieren zusammen mit Schülern erfordert eine Vielzahl von spezifischen Kenntnissen und Fähigkeiten, die nur schwer durch das Studium entsprechender Literatur erlangt werden können.

Um sich auf diesem Terrain sicher zu bewegen bedarf es praktischer Erfahrungen mit den geplanten Experimenten sowie mit organisatorischen Fragen bei der Durchführung von Schülerexperimenten. Wagt man sich ohne entsprechende Kenntnisse und Vorerfahrungen an den Einsatz von Schülerexperimenten im Unterricht, besteht die Gefahr, dass der Erfolg des Unterrichts in Frage gestellt ist und auf Grund derartiger schlechter Erfahrungen generell eine ablehnende Haltung gegenüber Schülerexperimenten aufgebaut wird. Es überrascht in Anbetracht anderer Ergebnisse der Befragung, dass sich nur ca. ein Fünftel der Befragten bei der Durchführung von Schülerexperimenten wirklich überfordert fühlen („*trifft völlig zu*“ und „*trifft ziemlich zu*“).

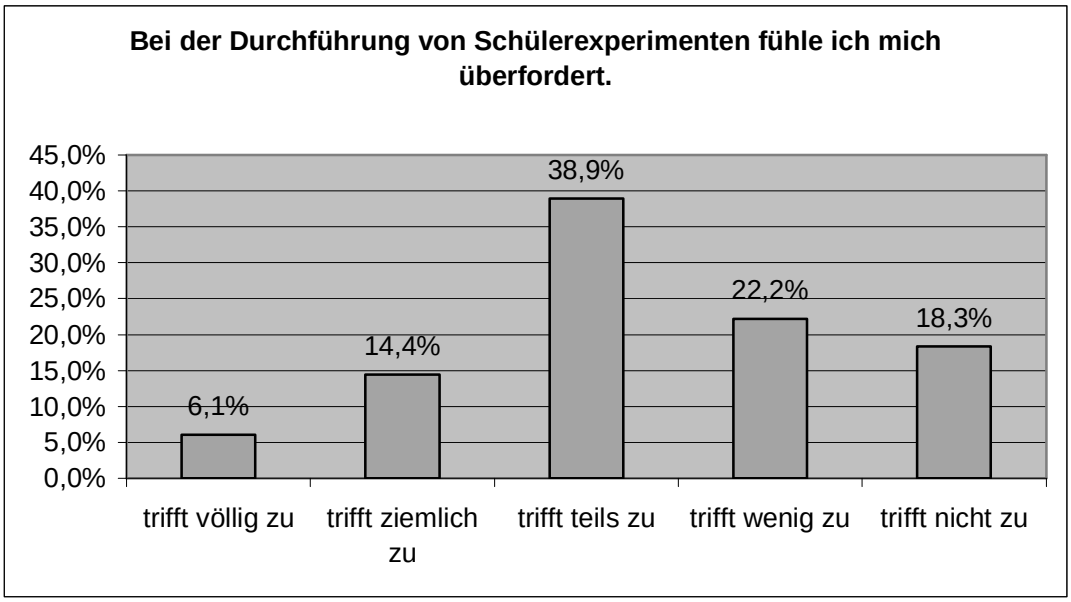


Abbildung 3.25: Aussage B5/8 (Bei der Durchführung von Schülerexperimenten fühle ich mich überfordert)

Die größte Gruppe, ca. 39 %, beurteilt diese Aussage mit „trifft teils zu“. Die Standardabweichung erreichte mit 1,1 den zweitgrößten Wert bei Frage B5, was die große Bandbreite der gegebenen Einschätzungen widerspiegelt. Eine Erklärung hierfür kann zum einen natürlich die unterschiedliche Ausbildung der Befragten sein. Eine andere Erklärung für die erhaltenen Ergebnisse könnte sein, dass Lehrkräfte, möglicherweise unbewusst, nicht gerne angeben, sich von einer Unterrichtstechnik überfordert zu fühlen.

„Das Material für Schülerexperimente ist in der Sammlung nur schwer zu finden“ ist ebenfalls eine Aussage, die von den Kollegen sehr unterschiedlich bewertet wird,

naturgemäß in Abhängigkeit davon, wie die Sammlung an der Schule, an der sie unterrichten, beschaffen ist. Dementsprechend erreicht die Bewertung der Aussage B5/9 mit einer Standardabweichung von 1,26 den höchsten Wert bei Frage B5. Eine signifikante Korrelation der Ausstattung mit anderen Fragen (z.B. Häufigkeit des Experimentierens) konnte nichtgefunden werden.

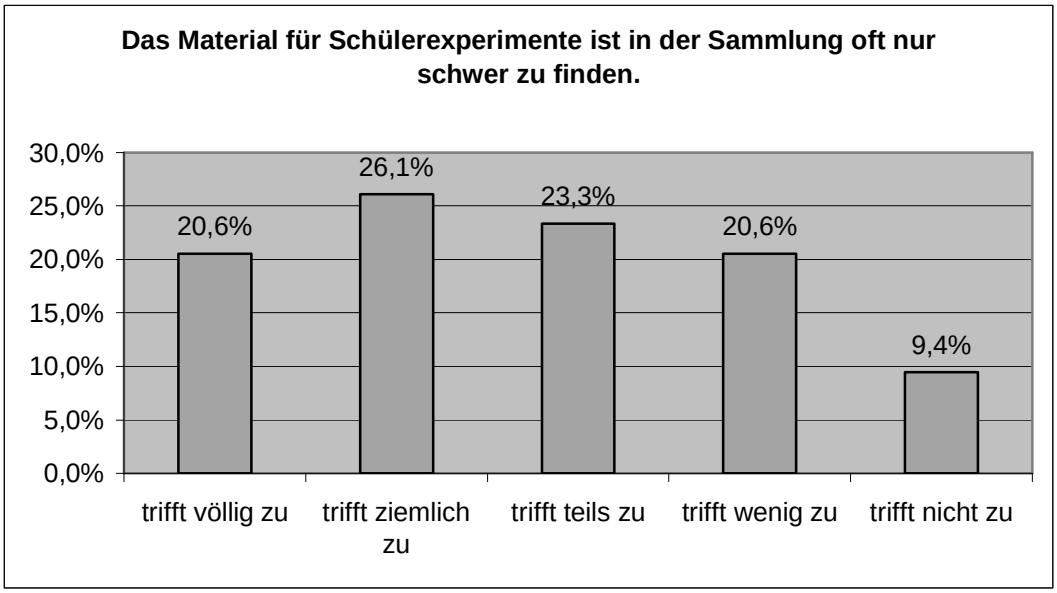


Abbildung 3.26: Aussage B5/9 (Das Material für Schülerexperimente ist in der Sammlung oft nur schwer zu finden)

Aus dem Antwortverhalten lassen sich zwei mögliche Folgerungen ableiten:

- Die Sammlungen an den Schulen sind sehr unterschiedlich beschaffen, was das Finden von Material für Schülerexperimente anbelangt.
- Die Kollegen kennen sich in den Sammlungen sehr unterschiedlich gut aus.

In jedem Fall gibt es einen relativ großen Anteil von Lehrkräften, die Probleme haben, das Material für Schülerexperimente in der Sammlung zu finden. Diese Problematik hat sich seit der Einführung der Fächergruppe P/C/B verschärft, da sich der Kollegenkreis, der die Sammlung benutzt, dadurch vergrößert hat. Ein Lösungsansatz für diese Schwierigkeiten könnte die Einführung von **Experimentierboxen**[13] sein, in denen das Material für ein, oder einige wenige Schülerexperimente zusammengestellt ist.

[13] Vergleiche Abschnitte 2.2.5 sowie 3.4.2

Eine weitere Voraussetzung für Schülerexperimente sind die Fähigkeiten und Fertigkeiten, welche die Schüler besitzen müssen, um ein zielgerichtetes Experimentieren zu ermöglichen. Derartige Voraussetzungen können sein:

- Disziplin
- Experimentelles Geschick
- Selbstständigkeit
- Teamfähigkeit
- Verantwortungsbewusstsein
- Methodenkompetenz
- Problemlösungsfähigkeit

Die Aufzählung dieser Voraussetzungen korreliert stark mit den Schlüsselqualifikationen, die bei der Durchführung von Schülerexperimenten gestärkt und verbessert werden können. Sollen Schülerexperimente gewinnbringend durchgeführt werden, müssen also diejenigen Qualifikationen schon zu einem Teil angebahnt sein[14], deren Verbesserung ein wichtiges Ziel von Schülerexperimenten sein kann. Wie schätzen nun die befragten Lehrkräfte die Voraussetzungen für Schülerexperimente bei den Schülern ein?

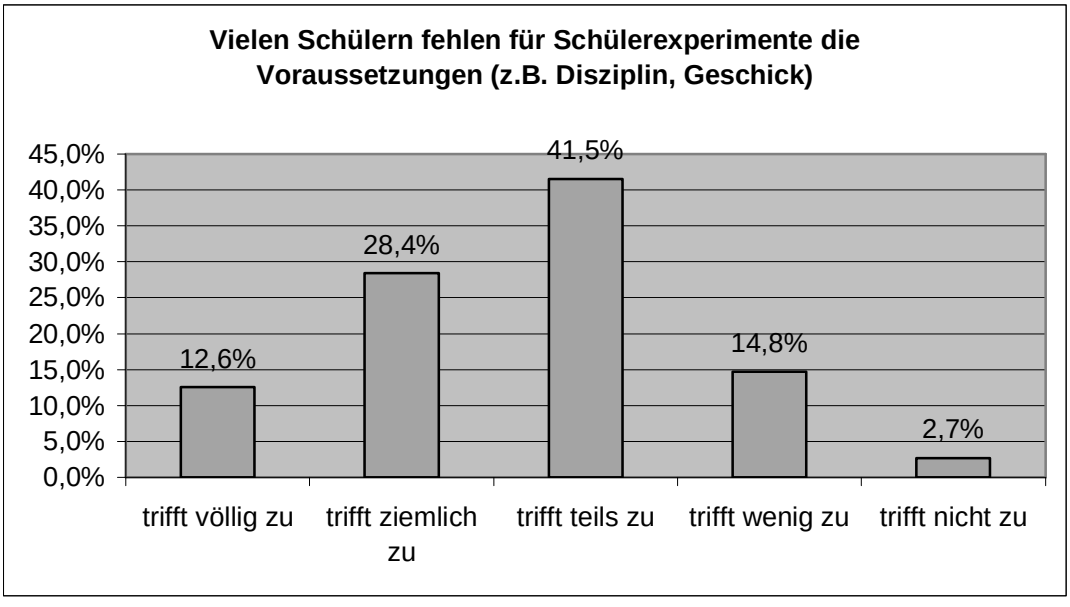


Abbildung 3.27: Aussage B5/10 (Vielen Schülern fehlen für Schülerexperimente die Voraussetzungen, z.B. Disziplin, Geschick)

[14] Dies müsste bereits in der Grundschule begonnen werden, das die Schüler in diesem Alter ein besonders ausgeprägtes Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen haben.

Die größte Gruppe (41,5%) beantwortete diese Frage mit *„trifft teils zu“*. Dies kann damit zu tun haben, dass die Antwortmöglichkeit *„trifft teils zu“* bei dieser Frage von den Lehrkräften in zweierlei Hinsicht interpretiert werden konnte:

1. Ein Teil der Schüler erfüllt die Voraussetzungen, ein anderer Teil nicht.
2. Die Schüler erfüllen die Voraussetzungen partiell.

Eine eindeutige Auslegung des Antwortverhaltens ist deshalb in diesem Fall nicht möglich. Als Trend lässt sich jedoch erkennen, dass ein Großteil der befragten Lehrkräfte bei den Schülern zumindest partiell ein Defizit seitens der Vorraussetzungen vermuten.Eindeutig zustimmend beantwortet wurde mit einem Mittelwert von 3,87 die Frage, ob die Lehrkräfte unter besseren Rahmenbedingungen gerne öfter Schülerexperimente durchführen lassen würden (siehe Abbildung 3.28). Der Begriff *Rahmenbedingungen* wurde im Fragebogen nicht näher spezifiziert und ist deshalb in einer weit gefassten Bedeutung zu interpretieren. Als typische Beispiele für Rahmenbedingungen bezüglich Schülerexperimenten seien genannt:

- Klassengröße
- Übungsraum
- Experimentiermaterial
- Schüler

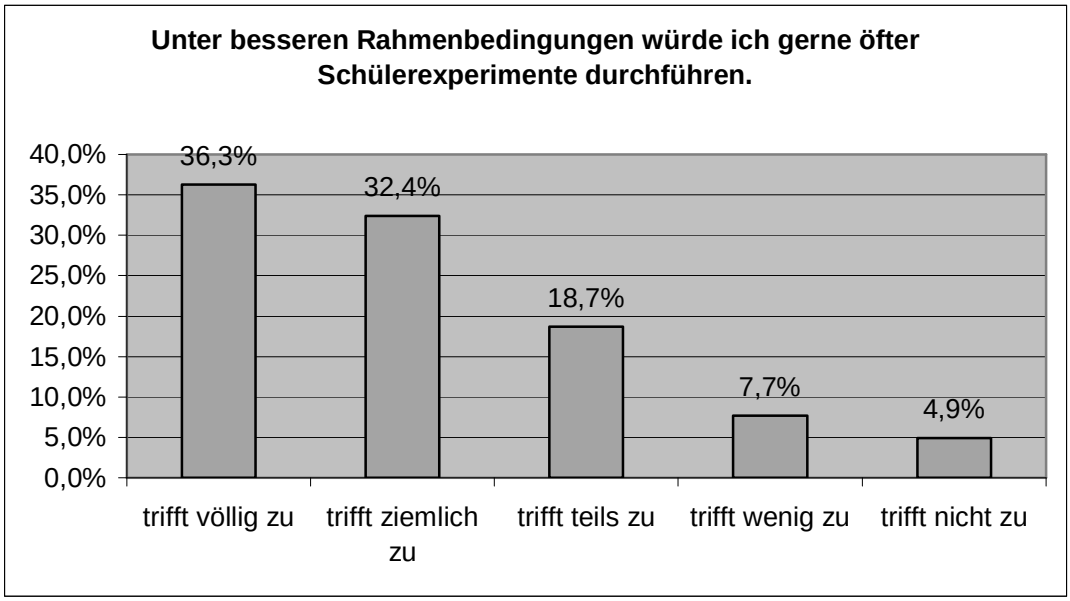


Abbildung 3.28: Aussage B5/11 (Unter besseren Rahmenbedingungen würde ich gerne öfter Schülerexperimente durchführen)

Das Ergebnis zu Aussage B5/11 zeigt noch einmal sehr deutlich, dass die Lehrkräfte in der Mehrheit sehr wohl die Vorzüge von Schülerexperimenten kognitiv und affektiv adaptiert haben. Die Verbesserung der Rahmenbedingungen ist deshalb eine Forderung, die als vielversprechend bezüglich der Unterrichtsentwicklung einzustufen ist, aber trotz PISA - Diskussion in Zeiten leerer Staatskassen wohl eher eine Wunschvorstellung bleibt.

Dass die Rahmenbedingung „Klassengröße“ besonders kritisch eingeschätzt wird, zeigt Abbildung 3.29. Die Aussage „Für die Durchführung von Schülerexperimenten sind die Klassenstärken zu hoch beantworteten 45,3% der befragten Lehrkräfte mit „trifft völlig zu“. Auch im Mittelwert erreichte diese Aussage mit 4,03 einen sehr hohen Wert der Zustimmung. Die Problematik zu großer Klassen bei der Durchführung von Schülerexperimenten liegt vielen Kollegen offenbar besonders am Herzen. Dies wird bei Gesprächen mit Hauptschullehrkräften auch immer wieder als ein Hauptgrund genannt, warum Schülerexperimente selten oder nie durchgeführt werden.

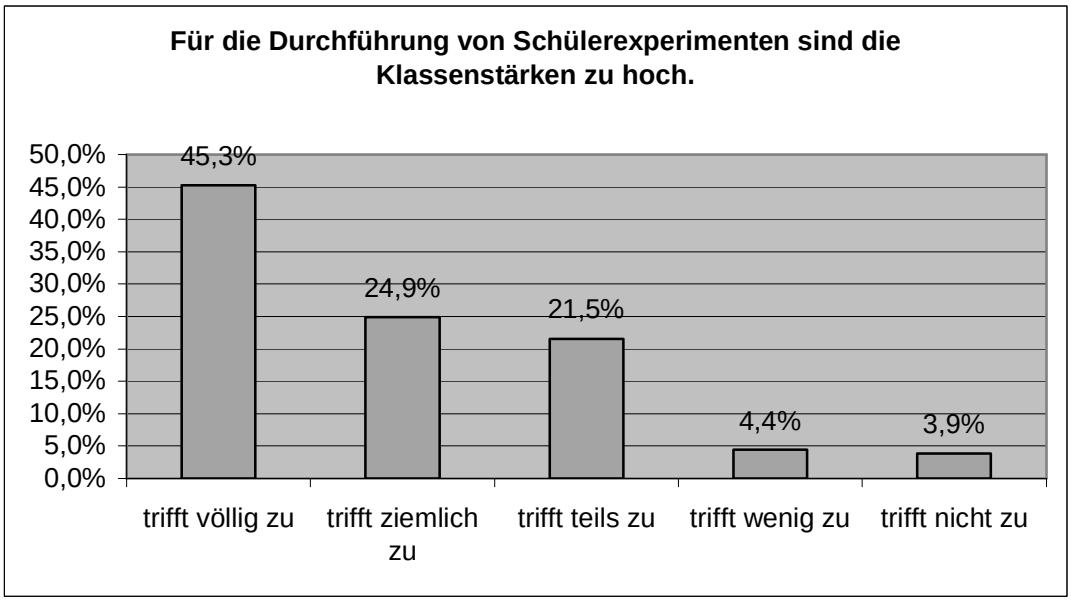


Abbildung 3.29: Aussage B5/12 (Für die Durchführung von Schülerexperimenten sind die Klassenstärken zu hoch)

Schülerexperimente und Demonstrationsexperimente sind beides Formen des Experimentierens, die an ihrem jeweiligen didaktischen Ort ihre spezifischen Vorzüge und somit ihre Berechtigung haben. Über das Pro und Contra von Schüler- und

Demonstrationsexperimenten gibt es umfangreiche Untersuchungen[15]. Selbstverständlich haben auch im Chemieunterricht der Hauptschule Demonstrationsexperimente ihre Berechtigung, dennoch bieten Schülerexperimente gerade an der Hauptschule spezifische Chancen und Möglichkeiten[16], zum Beispiel:

- Handlungsorientiertes Arbeiten und Selbsttätigkeit
- Stärkung von Sozialkompetenzen
- Anbahnung von Methodenkompetenz
- Emotionale Zuwendung zum Fach und damit Verbesserung der Motivationslage

Auch die befragten Lehrkräften schätzen offenbar diese Vorzüge und bewerteten die Aussage B5/13 „Schülerexperimente bieten keine Vorteile gegenüber Demonstrationsexperimenten“ eindeutig ablehnend (vgl. Abbildung 3.30).

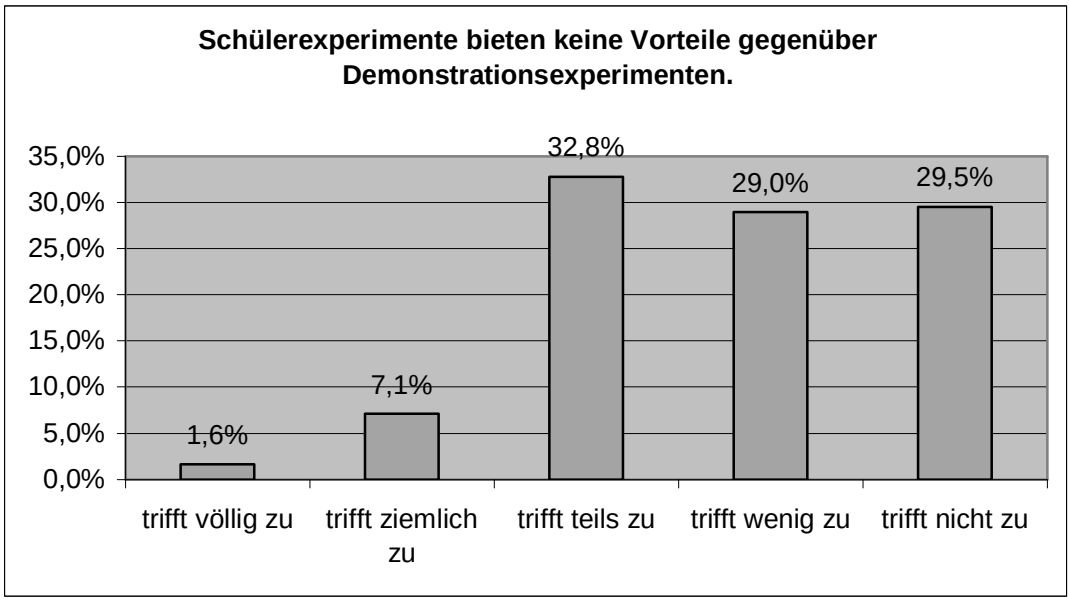


Abbildung 3.30: Aussage B5/13 (Schülerexperimente bieten keine Vorteile gegenüber Demonstrationsexperimenten)

Das Gefahrenpotential von Schülerexperimenten ist ein weiterer, in Gesprächen mit Hauptschullehrkräften relativ häufig genannter Hinderungsgrund für Schülerexperimente. Diese Tatsache konnte durch die Befragung eher nicht bestätigt werden. Lediglich ca. ein Achtel der Befragten bewerteten die Aussage B5/14 „*Das Gefahrenpotential von Schülerexperimenten ist sehr hoch*“ mit „*trifft völlig zu*“ oder „*trifft ziemlich zu*“. Obwohl dieses Antwortverhalten auch mit der Formulierung „*ist*

[15] vgl. z.B. Bader 2002, S. 315.
[16] Vergleiche Abschnitt 2.2.5

sehr hoch“ zu tun haben könnte, scheint tendenziell dennoch das eingeschätzte Gefahrenpotenzial kein Hinderungsgrund für die Durchführung von Schülerexperimenten zu sein.

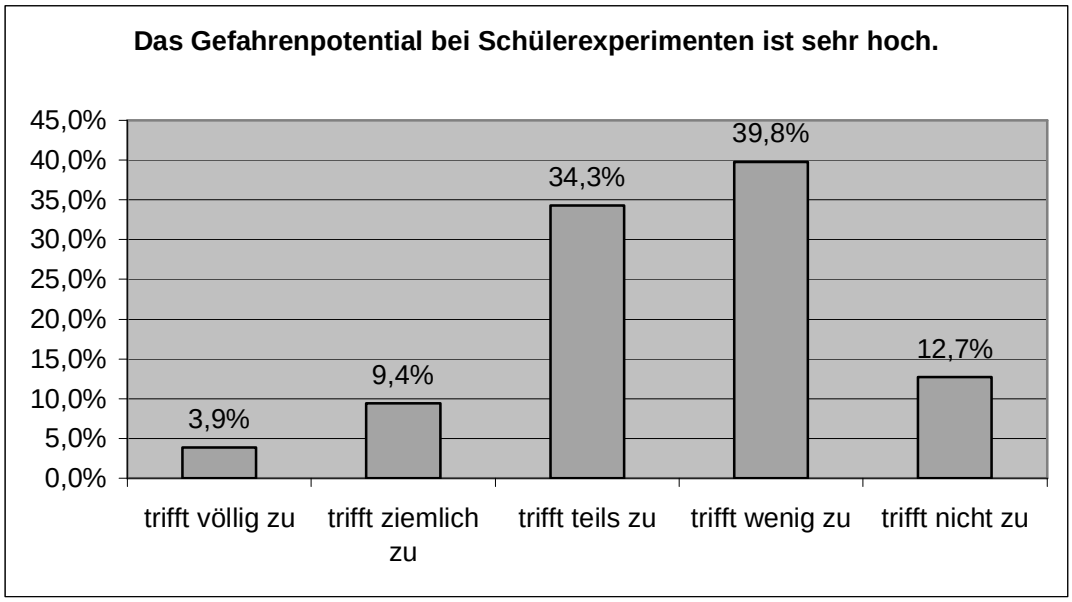


Abbildung 3.31: Aussage B5/14 (Das Gefahrenpotential bei Schülerexperimenten ist sehr hoch)

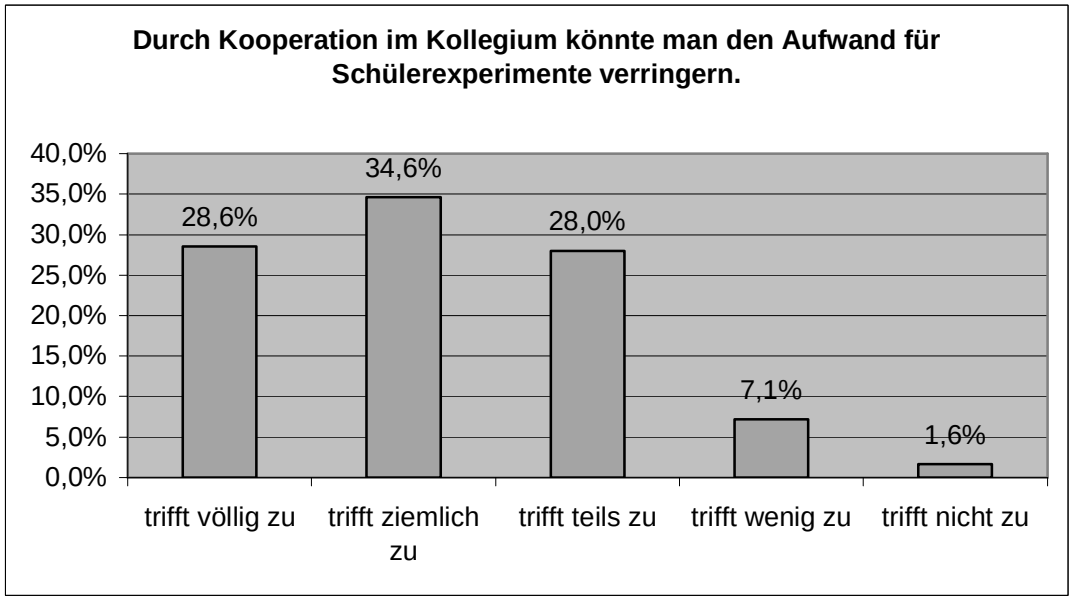


Abbildung 3.32: Aussage B5/15 (Durch Kooperation im Kollegium könnte man den Aufwand für Schülerexperimente verringern)

Die Kooperation im Kollegium als Ansatz zur Verringerung des Aufwands für Schülerexperimente wurde von den Befragten überwiegend positiv bewertet. Neun von Zehn der befragten Hauptschullehrkräfte sehen in einer verstärkten Kooperation

im Kollegium zumindest teilweise eine Möglichkeit, die Durchführung von Schülerexperimenten weniger aufwändig zu gestalten (Antwortmöglichkeiten „trifft völlig zu“, „trifft ziemlich zu“ und „trifft teils zu“). Dies ist auch im Hinblick auf die im Rahmen von Schulentwicklung immer wieder geforderte Teamarbeit im Kollegium ein durchaus erfreuliches Ergebnis.

Zusammenfassung: Fragen zum Unterricht

In diesem Teil der Befragung wurden die Einstellungen der Lehrkräfte zu Experimenten in der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie sowie die Häufigkeit von Unterrichtsmethoden und Experimenten untersucht. Zusammenfassend ergab sich dabei folgendes Bild:

- Die Lehrkräfte stufen die Fächergruppe P/C/B als durchaus wichtig ein.
- Der Frontalunterricht ist die am häufigsten praktizierte Unterrichtsform, während schüleraktivierende Unterrichtsmethoden nicht die ihnen zustehende Bedeutung einnehmen.
- Schülerexperimente werden deutlich seltener durchgeführt als Demonstrationsexperimente, über die Hälfte der Lehrkräfte lässt Schüler nur zweimal im Halbjahr oder noch seltener selbst experimentieren.
- Bei der Durchführung von Schülerexperimenten haben 71 % der Lehrkräfte ein bevorzugtes Fach aus der Fächergruppe P/C/B. Aber nur 7 % der Lehrkräfte bevorzugen Chemie. Dies lässt den Schluss zu, dass in Chemie kaum Schülerexperimente durchgeführt werden.
- Aus den Bewertungen der Lehrkräfte bezüglich Aussagen zu Schülerexperimenten kann geschlossen werden, dass
  - den Lehrkräften der Wert von Schülerexperimenten durchaus bewusst ist,
  - sie Ihre Schüler in der Lage sehen, Schülerexperimente durchzuführen,
  - die Lehrkräfte den Aufwand zur Vor- und Nachbereitung als sehr hoch einschätzen,
  - sich die Lehrkräfte durch schlechte Rahmenbedingungen an der Durchführung von Schülerexperimenten gehindert sehen.

3.2.3. FRAGEN ZU AUS- UND WEITERBILDUNG (C)

Die Aus- und Weiterbildung der unterrichtenden Lehrkräfte ist ein entscheidender Einflussfaktor auf die Unterrichtsqualität. Für die Entwicklung eines Fortbildungskonzepts ist es deshalb von großer Bedeutung, auch diesen Bereich zu untersuchen.

C1 Wie oft besuchten Sie in den letzten 5 Jahren eine Fortbildung im Bereich P/C/B?

Die Frage nach den in den letzten Jahren besuchten Fortbildungen ist vor allem auch hinsichtlich des Fortbildungsbedarfs von Bedeutung. Über die Hälfte der Befragten besuchte in den der Untersuchung vorausgehenden 5 Jahren keinerlei Fortbildung im naturwissenschaftlichen Bereich. Dies ist vor allem auch deswegen beunruhigend, da viele der Befragten auch während ihrer Ausbildung mit den Fächern Physik, Chemie oder Biologie nicht in Berührung gekommen sind.[17]

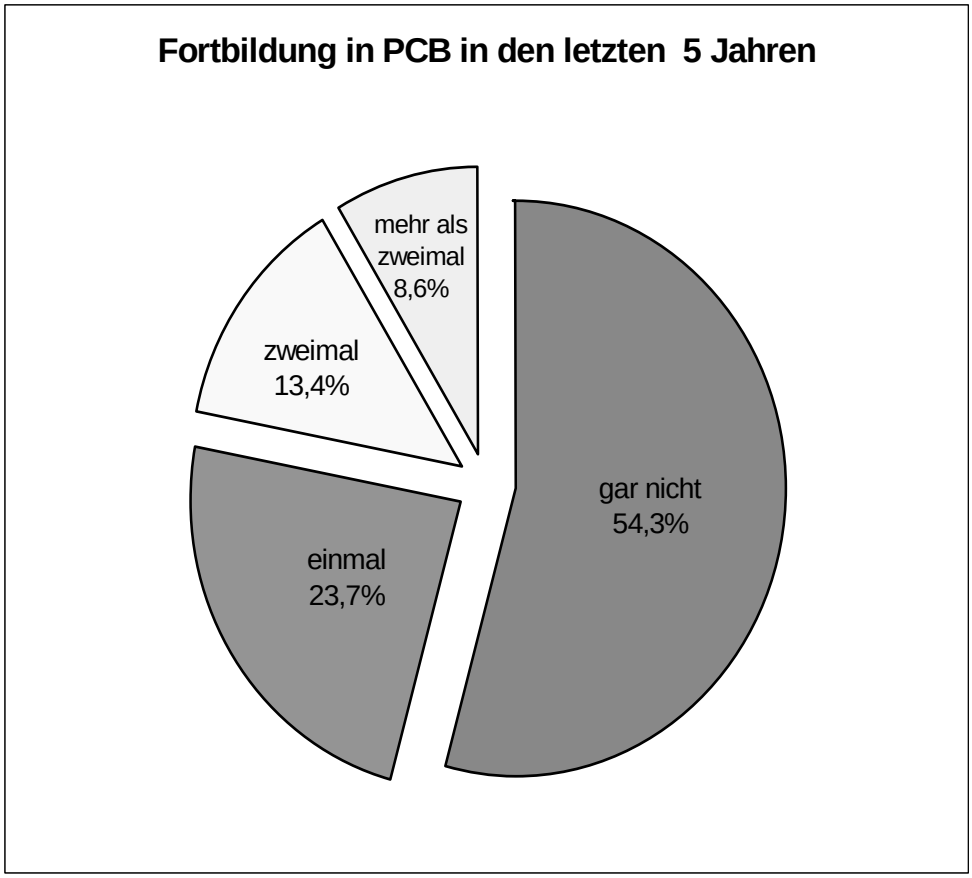


Abbildung 3.23: Besuchte Fortbildungen in P/C/B in den letzten 5 Jahren

[17] Vgl. Abschnitt 3.2.4.

Viele Lehrkräfte gaben als Zusatzinformation an, dass sie sich für Fortbildungsveranstaltungen im Bereich P/C/B gemeldet hätten, aber nicht angenommen wurden. Dies zeigt, dass der Bedarf an Fortbildungsveranstaltungen im Bereich P/C/B von Seiten der staatlichen Lehrerfortbildung derzeit offenbar nicht gedeckt werden kann.

C2 Welche Inhalte erwarten Sie von einer Fortbildungsveranstaltung im Bereich P/C/B?

Entscheidend für den Erfolg eines Fortbildungskonzepts ist, dass die entsprechenden Fortbildungen adressatengerecht geplant und durchgeführt werden. Daher ist es natürlich von besonderem Interesse, welche Erwartungen Hauptschullehrkräfte an eine Fortbildung im Bereich PCB haben. Deshalb sollten 6 verschiedene mögliche Inhalte einer Fortbildung in P/C/B bezüglich ihrer Wichtigkeit eingeschätzt werden:

- Fachwissenschaftliche Informationen
- Anregungen zu vielfältigen Unterrichtsmethoden
- Erwerben von Experimentalkompetenzen
- Diskussion von Lehrplaninhalten
- Praktische Durchführung von Experimenten
- Sicherheitsaspekte

Die Skala reichte von 1=unwichtig bis 5=sehr wichtig.

Sowohl die Diskussion von Lehrplaninhalten mit einem Wert von 2,2 als auch die Vermittlung fachwissenschaftlicher Informationen werden von den Lehrkräften eher als irrelevant für eine Fortbildung im Bereich PCB angesehen. Die Spitzenstellung nimmt der *Erwerb von Experimentalkompetenz durch praktische Durchführung von Experimenten* mit einem Wert von 4,5 ein, gefolgt von *Anregungen zu vielfältigen Unterrichtsmethoden* mit 4,2 sowie Sicherheitsaspekte mit einem Wert von 3,6. Auch diese Ergebnisse zeigen zum einen die Bedeutung, welche die Lehrkräfte Unterrichtsmethoden und speziell Experimenten zumessen, zum anderen den hohen Fortbildungsbedarf in diesem Bereich.

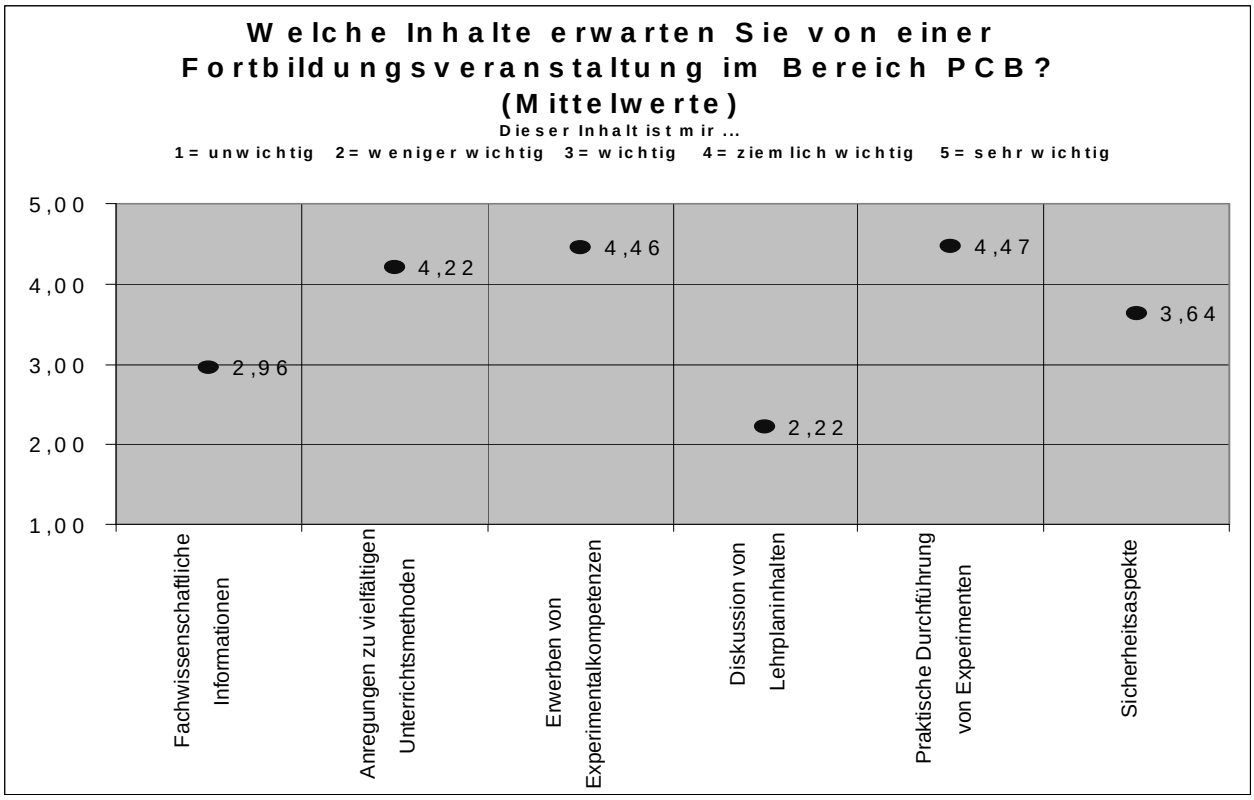


Abbildung 3.34: Gewünschte Inhalte einer P/C/B - Fortbildung (Mittelwerte)

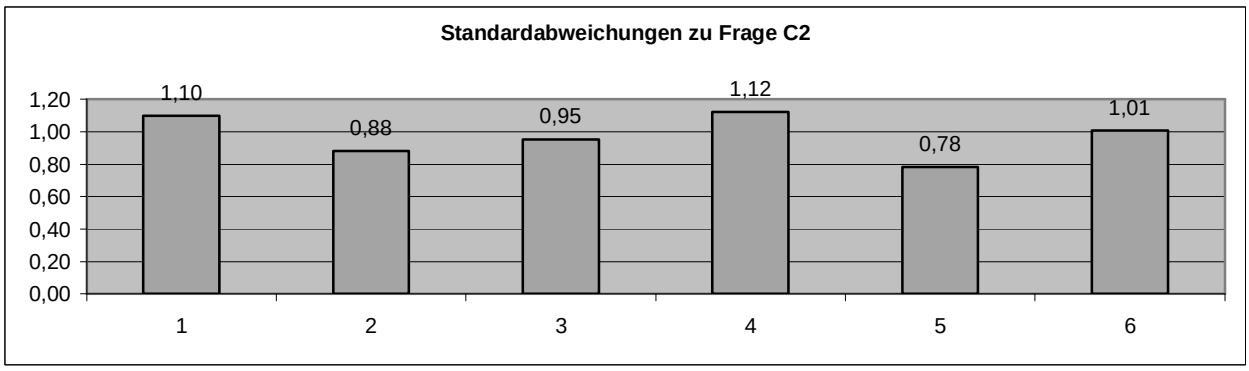


Abbildung 3.35: Standardabweichungen zu Frage C2

Die folgenden Abbildungen zeigen das Antwortverhalten zur Frage „*Welche Inhalte erwarten Sie von einer Fortbildungsveranstaltung im Bereich P/C/B?*“ im Detail:

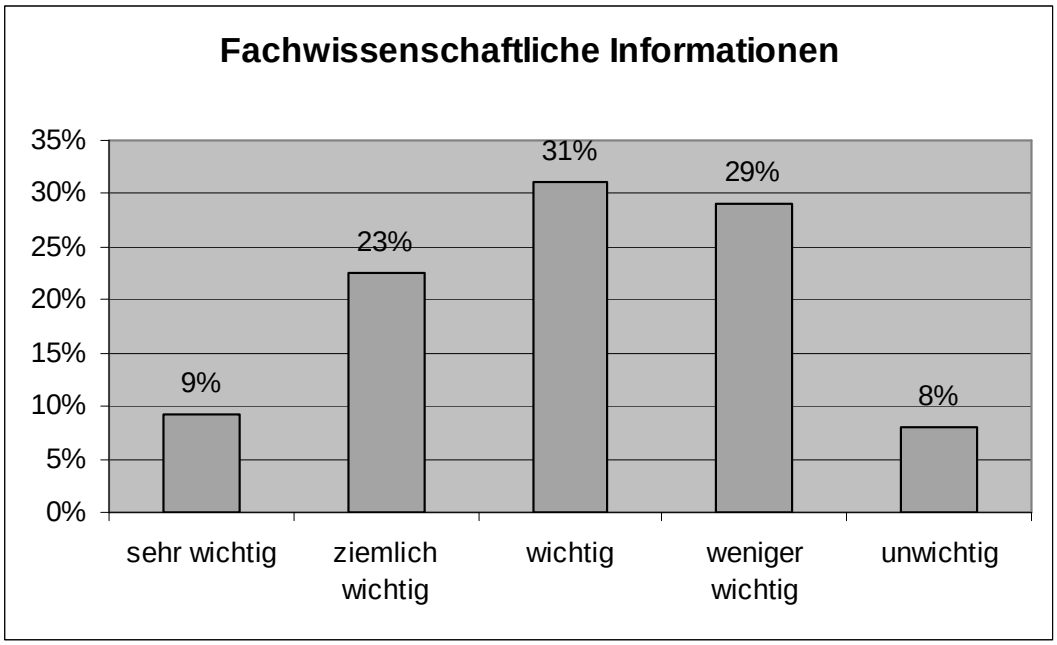


Abbildung 3.36: Aussage C2/1 (Fachwissenschaftliche Informationen)

Die Antworten sind bei dieser Aussage recht breit gestreut, was sich auch in der vergleichsweise hohen Standardabweichung zeigt. Bezüglich der fachwissenschaftlichen Informationen gehen die Lehrkräfte also mit sehr unterschiedlichen Erwartungen in eine Fortbildung. Diese Tatsache sollte bei der Planung berücksichtigt werden, wenngleich man in diesem Punkt wohl keine für alle Teilnehmer optimale Lösung anbieten kann. Unter diesem Gesichtspunkt könnte ein Ansatz vielversprechend sein, der die fachwissenschaftliche Information in das Vorfeld der Fortbildung rückt, was durch internetgestützte Verfahren relativ leicht möglich ist. Vom GDCh-Fortbildungszentrum Frankfurt wurde bei einer Lehrerfortbildung ein solcher Weg beschritten[18]. Dabei wurden den angemeldeten Teilnehmern mehrere Wochen vor der eigentlichen Fortbildungsveranstaltung im Internet mehrere Theorie-Module zugänglich gemacht, die jedoch erst nach Beantwortung eines Tests zum vorausgegangenen Modul abgerufen werden konnten. An der Fortbildungsveranstaltung selbst wurden dann Experimente zum entsprechenden Thema von den Teilnehmern praktisch durchgeführt.

[18] vgl. ALIANAZRAH 2003

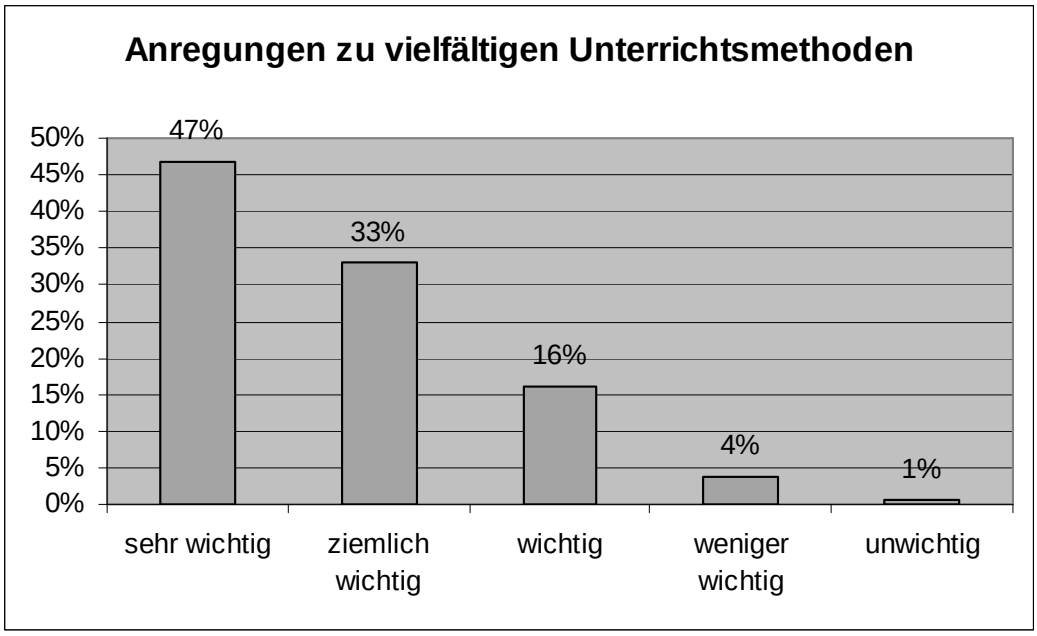


Abbildung 3.37: Aussage C2/2 (Anregungen zu vielfältigen Unterrichtsmethoden)

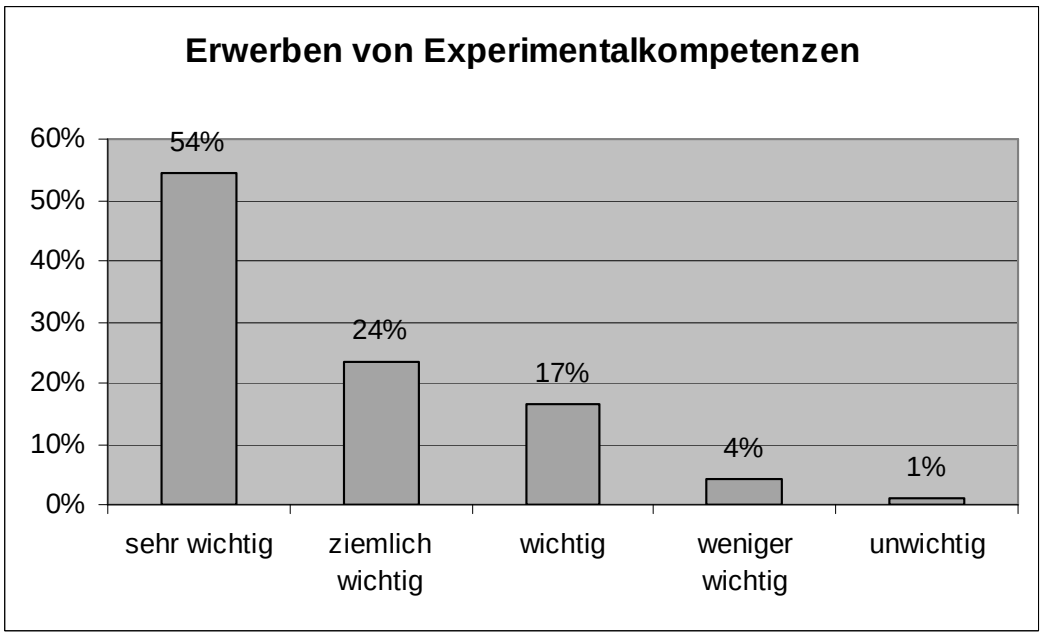


Abbildung 3.38: Aussage C2/3 (Erwerben von Experimentalkompetenzen)

Sowohl Anregungen zu vielfältigen Unterrichtsmethoden als auch das Erwerben von Experimentalkompetenzen erwarten sich viele Lehrkräfte von Fortbildungsveranstaltungen im Bereich P/C/B. Die Teilnehmer legen hier besonderen Wert auf die Praxis, 63 % ist die praktisch Durchführung von Experimenten *sehr wichtig*.

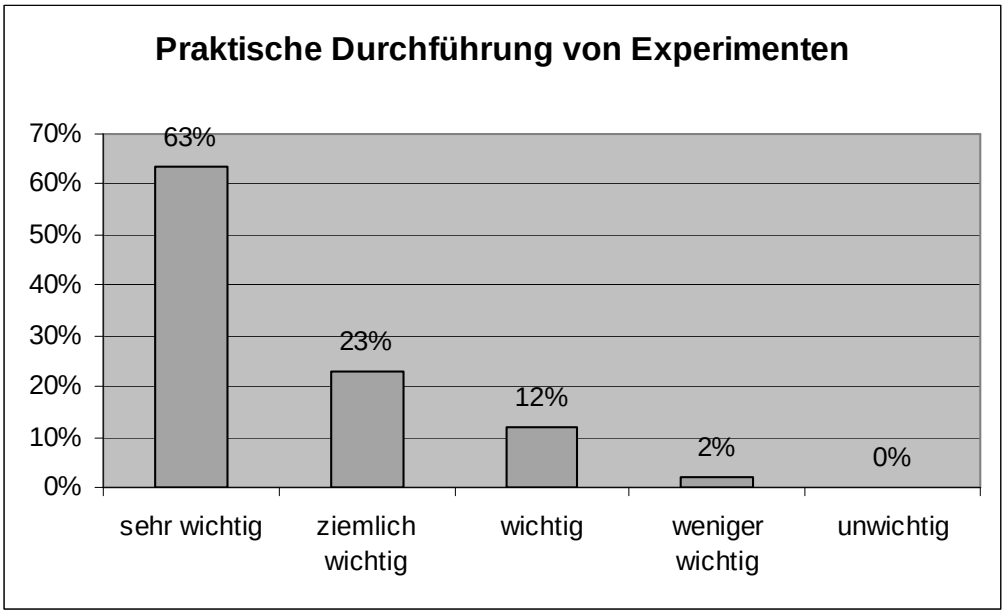


Abbildung 3.39: Aussagen C2/5 (Praktische Durchführung von Experimenten)

Mit einem Mittelwert von 4,47 wird die „p*raktische Durchführung von Experimenten*“ als wichtigster Inhalt einer Fortbildung im Bereich P/C/B eingestuft. Nur 2 % der Befragten ist dies *weniger wichtig* bzw. *unwichtig*. Es liegt also nahe, das praktische Arbeiten bei der Planung von Fortbildungen in den Mittelpunkt zu rücken und auch zeitlich entsprechen zu berücksichtigen. Im Gegensatz zu dem großen Interesse an praktischer Arbeit erachtet ein großer Teil der Befragten, nämlich 70 % die Diskussion von Lehrplaninhalten in der Fortbildung als *weniger wichtig* bzw. *unwichtig*.

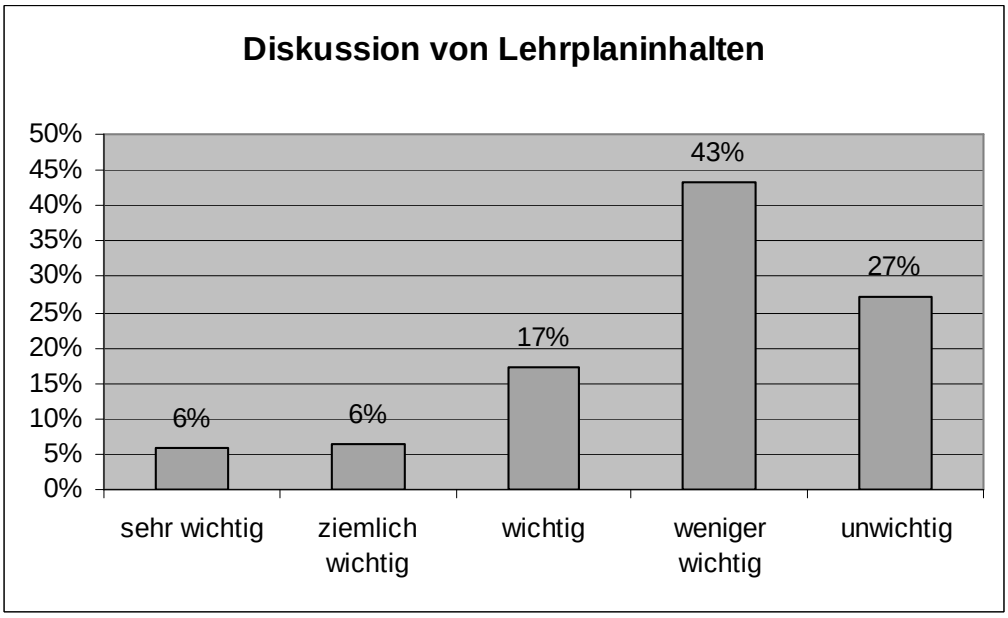


Abbildung 3.40: Aussage C2/4 (Diskussion von Lehrplaninhalten)

Als Gründe hierfür sind denkbar:

- Die Lehrkräfte sind mit den Lehrplaninhalten vertraut.
- Auch überarbeitete Lehrpläne lassen keine wesentlichen Änderungen erwarten.
- Die Lehrkräfte sind in der Lage, Lehrpläne selbstständig zu lesen und zu interpretieren.

Sicherheitsaspekte sind für einen Großteil der Befragten ein notwendiger Bestandteil einer Fortbildung im Bereich P/C/B, wenn auch die Wichtigkeit etwas unterschiedlich gewertet wird. Während der mit 64 % überwiegende Teil Sicherheitsaspekte als *ziemlich wichtig*, bzw. *wichtig* einstuft, halten immerhin 25 % der Befragten Sicherheitsaspekte für *sehr wichtig*.

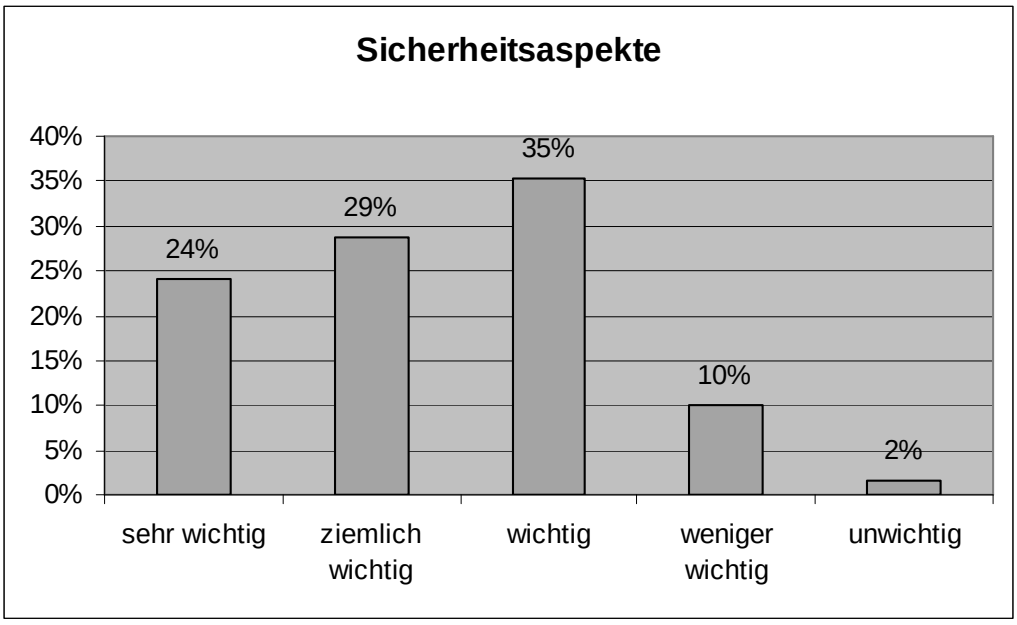


Abbildung 3.41: Aussage C2/6 (Sicherheitsaspekte)

Diese Ergebnisse machen deutlich, dass bei der Planung des Fortbildungskonzepts folgende Inhalte schwerpunktmäßig berücksichtigt werden sollten :

- **Durchführung praktischer Experimente und damit Stärkung der Experimentalkompetenz**
- **Anregungen zu modernen, schüleraktivierenden Unterrichtsmethoden**
- **Sicherheitsaspekte**

C3 Beurteilen Sie bitte die folgenden Aussagen zur Lehrerbildung!

Bei diesem Aussagenkomplex sollte zum einen die Lehrerausbildung der I. und II. Phase bezüglich ihrer Praxisrelevanz, zum anderen das bestehende Fortbildungsangebot im Bereich P/C/B eingeschätzt werden. Selbstverständlich ist die Ausbildung der Lehrkräfte bei der Konzeption eines adressatengerechten Fortbildungskonzepts von entscheidender Bedeutung. Von Interesse war deshalb, wie gut sich die Lehrkräfte durch ihre Ausbildung auf ihren Beruf vorbereitet fühlen, speziell mit Blick auf die Durchführung von Experimenten im naturwissenschaftlichen Bereich. Ebenso von Interesse war die Einschätzung des bestehenden Fortbildungsangebots im Bereich P/C/B durch die befragten Lehrkräfte hinsichtlich Quantität und Qualität. Es konnten folgende 6 Aussagen auf einer Skala von *1=trifft nicht zu* bis *5=trift völlig zu* bewertet werden:

C 3/1 Mein Universitätsstudium hat mich gut auf den Lehrerberuf vorbereitet.

C 3/2 Die Zweite Phase der Ausbildung (Vorbereitungsdienst) hat mich gut auf meinen Beruf vorbereitet.

C 3/3 Zur Durchführung von Schülerexperimenten fühle ich mich nicht hinreichend ausgebildet.

C 3/4 Es werden zu wenige Fortbildungsveranstaltungen im Bereich PCB angeboten.

C 3/5 Fortbildungsveranstaltungen sind oft zu theorielastig und bringen mir wenig.

C 3/6 Es sollten mehr schulhausinterne Fortbildungsveranstaltungen durchgeführt werden.

Abbildung 3.42 zeigt die erhaltenen Mittelwerte dieser Aussagen. Am auffälligsten ist hierbei der Wert 2,2 für die Aussage *„Mein Universitätsstudium hat mich gut auf den Lehrerberuf vorbereitet.“*, was in etwa einem „*trifft wenig zu“* entspricht. Im Rückblick betrachten offenbar viele Lehrkräfte die universitäre Berufsausbildung als wenig praxisrelevant. Obwohl es an der Universität natürlich auch und vor allem um die Vermittlung von Theorien geht, sollte geprüft werden, ob die vermittelten Theorien auch bei der Ausübung des späteren Berufs als Lehrer hilfreich sind. Deutlich besser schneidet mit 3,4 die II. Phase der Ausbildung ab, die von vielen Lehrerinnen und Lehrern offenbar als hilfreicher für die berufliche Praxis empfunden wird. Die Beurteilung der Aussage „Zur Durchführung von Schülerexperimenten fühle ich mich nicht hinreichend ausgebildet“ weist bei einem Mittelwert von ebenfalls 3,4 mit einer Standardabweichung von 1,3 eine sehr hohe Heterogenität auf, was mit Blick auf die unterschiedliche Ausbildung der Lehrkräfte völlig einleuchtend ist.

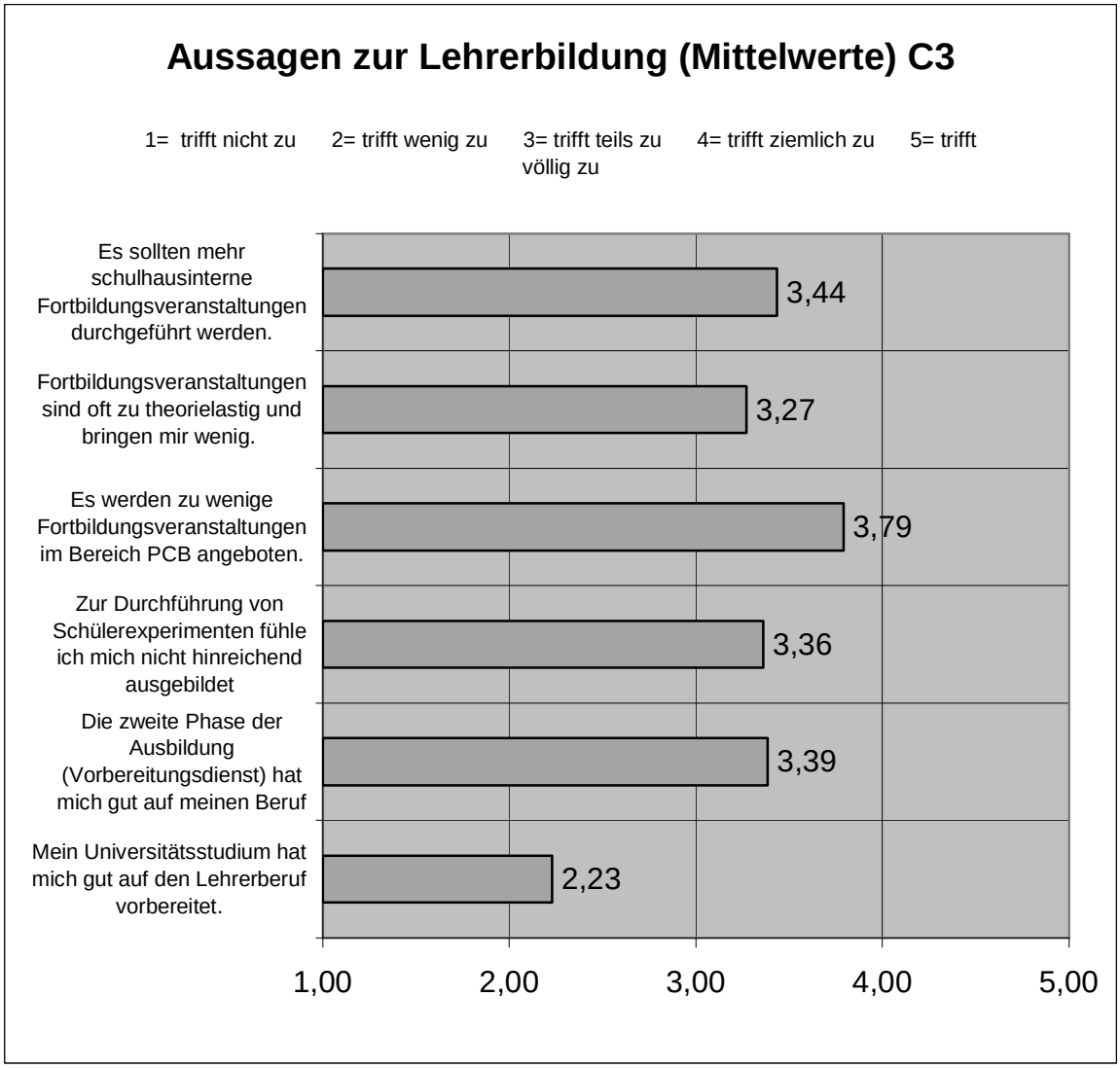

Aussagen zur Lehrerbildung (Mittelwerte) C3
1= trifft nicht zu
2= trifft wenig zu
3= trifft teils zu
4= trifft ziemlich zu
5= trifft völlig zu
Es sollten mehr schulhausinterne Fortbildungsveranstaltungen durchgeführt werden.
3,44
Fortbildungsveranstaltungen sind oft zu theorielastig und bringen mir wenig.
3,27
Es werden zu wenige Fortbildungsveranstaltungen im Bereich PCB angeboten.
3,79
Zur Durchführung von Schülerexperimenten fühle ich mich nicht hinreichend ausgebildet
3,36
Die zweite Phase der Ausbildung (Vorbereitungsdienst) hat mich gut auf meinen Beruf
3,39
Mein Universitätsstudium hat mich gut auf den Lehrerberuf vorbereitet.
2,23
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00

Abbildung 3.42: Aussagen zur Lehrerbildung (Mittelwerte)

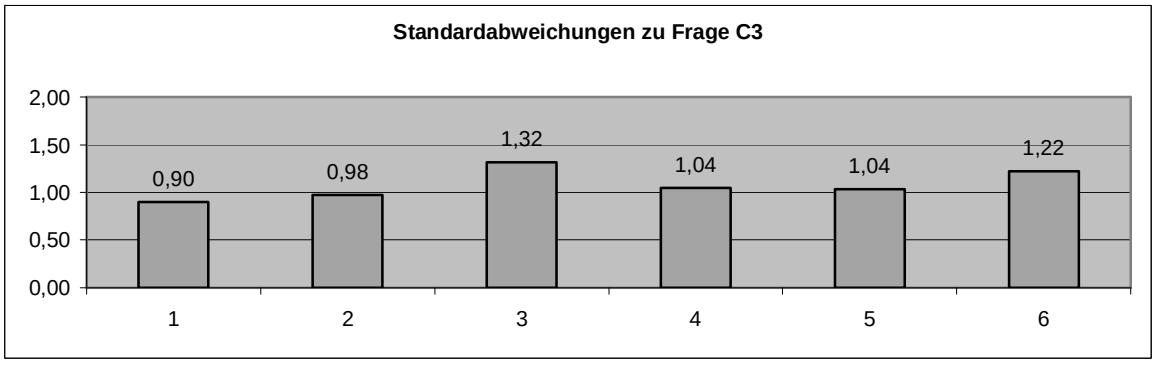


Abbildung 3.43: Standardabweichungen zu Abb. 3.42

Der Aussage, dass Fortbildungsveranstaltungen oft zu theorielastig seien und nur wenig brächten, stimmen nur wenige der Befragten völlig zu, aber auch wenige lehnen diese Aussage völlig ab. Dies spiegelt sicherlich wieder, dass die Lehrkräfte in dieser Richtung sehr unterschiedliche Erfahrungen gemacht haben. Ein allgemeiner Trend lässt sich hieraus jedoch nicht ableiten. Bei der Frage zum Bedarf an schulinternen Fortbildungen zeigte sich ein recht heterogenes Antwortverhalten. Während immerhin 55 % die Forderung nach mehr schulinternen Fortbildungen eher befürworten, zeigten sich 28 % unentschieden, 20 % lehnten diese Forderung eher ab. Diese Unterschiede können mit unterschiedlichen Vorlieben, aber auch mit unterschiedlichen Erfahrungen mit schulinternen Fortbildungsveranstaltungen in der Vergangenheit zu tun haben.

Zusammenfassung: Fragen zur Aus- und Weiterbildung

Erkenntnisse bezüglich der Aus- und Weiterbildung der Zielgruppe sind von besonderer Bedeutung für die Planung des Fortbildungskonzepts. Die Auswertung der Fragen zur Aus- und Weiterbildung erbrachte folgende wichtige Ergebnisse:

- Über die Hälfte der befragten Lehrkräfte hat in den letzten 5 Jahren keine Fortbildung im Bereich Physik/Chemie/Biologie besucht.
- Die Lehrkräfte erwarten sich von einer Fortbildung im Bereich PCB vor allem
  1. Erwerben von Experimentalkompetenz durch eigenes Tun,
  2. Anregungen zu vielfältigen Unterrichtsmethoden,
  3. Vermittlung von Sicherheitsrichtlinien
- Lehrkräfte fühlen sich auf ihren Beruf, vor allem für die Durchführung von Experimenten, nicht hinreichend vorbereitet. Dabei schneidet die II. Phase in der Einschätzung der befragten Lehrkräfte wesentlich besser ab als die I. Phase.
- Die befragten Lehrkräfte wünschen sich mehr Fortbildungsveranstaltungen im Bereich der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie.

3.2.4. FRAGEN ZUR PERSON (D)

Diese Fragen zur Person dienten dazu, eventuelle Korrelationen zwischen Ausbildung, Lebensalter bzw. Geschlecht sowie dem Antwortverhalten untersuchen zu können. Hierbei konnten keine signifikanten Zusammenhänge, die bezüglich der Fragestellung der Untersuchung von Bedeutung gewesen wären, festgestellt werden. Eine detaillierte Behandlung der Daten aus diesen personenbezogenen Fragen erfolgt deshalb an dieser Stelle nicht. Abbildung 3.44 zeigt die Geschlechterverteilung sowie die Altersstruktur der Befragten.

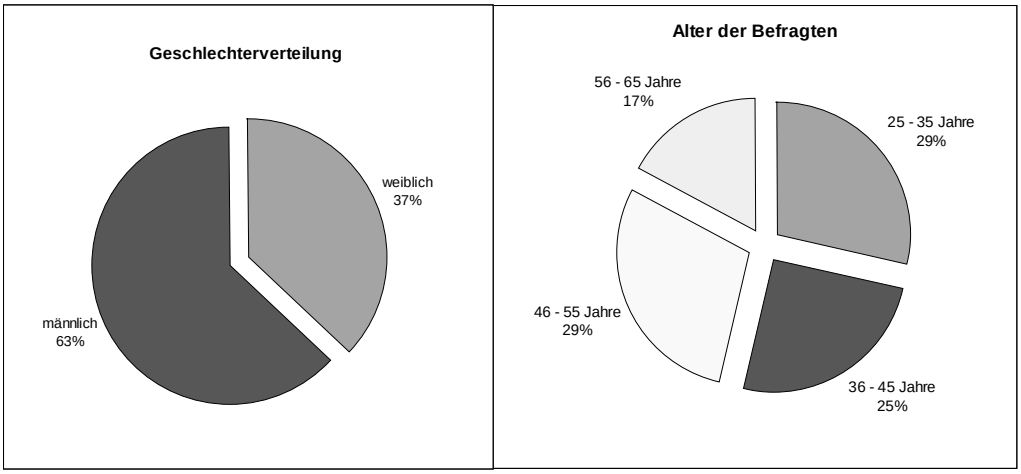


Abbildung 3.44: Geschlechterverteilung und Altersstruktur der Befragungsteilnehmer

Zum Vergleich zeigt Abbildung 3.45 die tatsächliche Altersstruktur der voll- und teilzeitbeschäftigten Lehrer im Schuljahr 2002/2003:

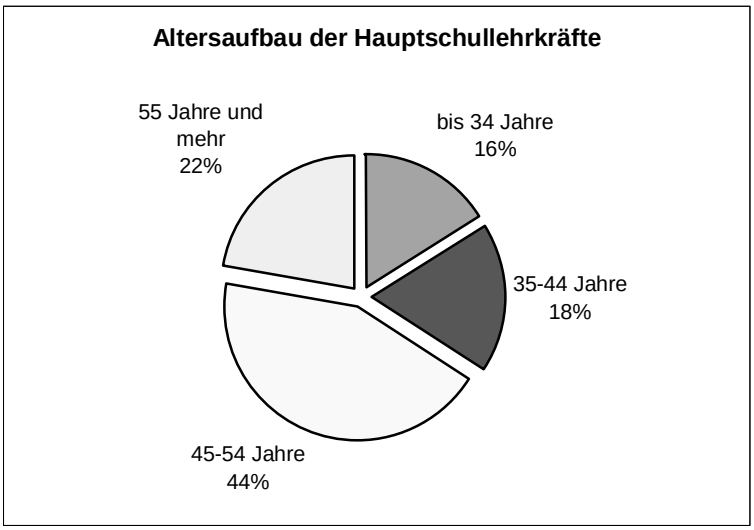


Abbildung 3.45: Altersaufbau der Hauptschullehrkräfte[19]

[19] nach JUNGLEHRER Heft 5/6 2004, S. 6

Der Vergleich zeigt, dass die jüngeren Lehrkräfte bis 44 Jahre bei dieser freiwilligen Befragung überrepräsentiert sind, währen sich vor allem die Lehrkräfte zwischen 45 und 54 Jahren eher unterdurchschnittlich beteiligt haben.

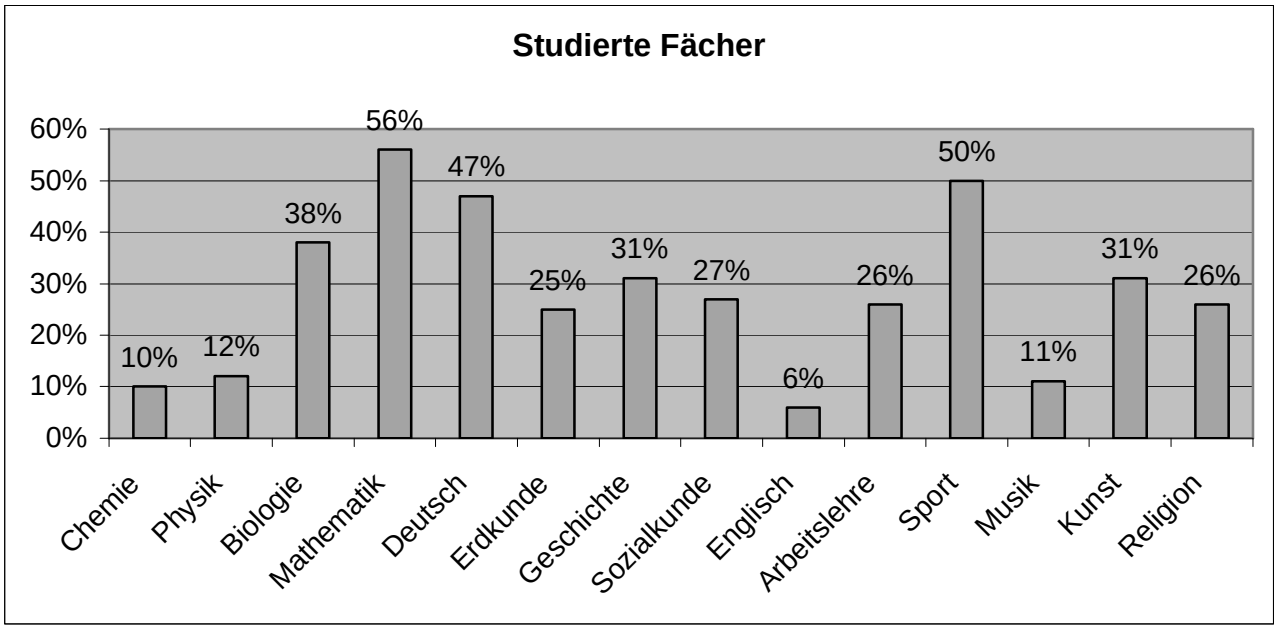


Abbildung 3.46: Studierte Fächer der befragten Lehrkräfte

Abbildung 3.46 zeigt den geringen Anteil der Fächer Physik und Chemie sowohl im Vergleich zum dritten Fach der Fächergruppe, der Biologie, als auch zu geisteswissenschaftlichen Fächern. Bei der Interpretation sind jedoch auch die spezifischen Vorgaben der zum Zeitpunkt des Studiums der Befragten gültigen Studienordnung für das Lehramt an Hauptschulen zu beachten. So musste jeder Student entweder Mathematik oder Deutsch studieren (als Unterrichtsfach oder in der Fächergruppe), was die hohen Werte dieser beiden Fächer erklärt.

Ein Vergleich dieser Werte mit den Gesamtzahlen der bayerischen Hauptschullehrerinnen und Lehrer kann leider nicht erfolgen, da die entsprechenden Zahlen nicht zu erhalten waren.

3.2.5. ZUSÄTZLICHE ANMERKUNGEN

Am Ende des Fragebogens hatten die Befragten noch die Gelegenheit, Anregungen, Fragen oder zusätzliche Informationen anzubringen. Diese Möglichkeit wurde von 29 Befragten wahrgenommen, das entspricht 15,3 % aller Befragten. Folgende Anregungen wurden gegeben (der Inhalt der Anmerkungen pro Fragebogen wird sinngemäß wiedergegeben):

Zu Schülern:

- Hoher Ausländeranteil verhindert selbständiges Arbeiten der Schüler
- Ausländeranteil von 70 % verhindert selbständiges Arbeiten der Schüler
- Schüler nicht in der Lage zu experimentieren

Zum Lehrplan:

- Kritik an Stofffülle im Lehrplan
- zu wenig Zeit für vertiefende Behandlung
- Lehrplan überfrachtet

Zur Fächergruppe P/C/B:

- Naturwissenschaftliche Fächer haben zu geringen Stellenwert
- kritisiert Fächerkombination
- Kritik an Kombifächern,
- Kritisiert P/C/B, Überlastung der Lehrer durch Stundenkontingent
- Kritik an Kombifächern, Lehrplaninhalte sollten gekürzt werden
- Zahl der Unterrichtsstunden in P/C/B erhöhen
- Kritik an Kombifach P/C/B

Zur Ausstattung:

- Physiksaal für Klassenstärken zu klein
- Experimente müssen im Klassenzimmer durchgeführt werden
- Ausstattung zu schlecht

Zu Ausbildung und Fortbildung:

- Lobt Ausbildung in PHY an der UNI
- Wunsch nach Fortbildung zum Einsatz des Computers im Exp.- Unterricht
- zu Frage C3: Chemie sehr gut, andere Fächer miserabel
- Fortbildung Mikroskopie erwünscht
- Unqualifizierte Referenten bei Fortbildungen auf Schulhaus- oder Schulamtsebene
- „Zauberhaftes Experimentieren" in Chemie als Fortbildung gewünscht

Sonstiges

- Viele Lehrkräfte haben Angst vor Experimenten
- Kollegen meiden auf Grund der zeitaufwändigen Vorbereitung Versuche
- Erfahrungsaustausch unter Kollegen und schulhausinterne Fortbildungen gewünscht
- Rahmenbedingungen werden bemängelt
- Die Vorbereitung müsste dringend aufgeräumt werden, damit man etwas findet
- Lehrern fehlt Teamfähigkeit, da dies im Studium nicht vermittelt wurde.
- „Physik"-Lehrmittelwart fehlt und wird gewünscht
- Zeitproblem bei der Versuchsvorbereitung das Haupthindernis für Experimente
- Regt Boxen mit Experimentiermaterial für bestimmte Experimente an

Diese zusätzlichen Anmerkungen der Befragten bestätigten im Allgemeinen die Ergebnisse aus den geschlossenen Fragen. Folgende, sich aus den Anmerkungen ergebende Punkte wurden bei der Planung des Fortbildungskonzepts besonders berücksichtigt:

- Zeitmangel bzw. Überfrachtung des Lehrplans stellt ein Problem dar, das vielen Lehrkräften am Herzen liegt.

- Die zeitaufwändige Vorbereitung führt dazu, das im Unterricht selten experimentiert wird

- Die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie hat bei vielen Lehrkräften noch nicht die erhoffte Akzeptanz erreicht, kritisiert wird vor allem die verminderte Stundenzahl (und damit der geringere Stellenwert) im naturwissenschaftlichen Bereich

3.2.6. Folgerungen aus den Ergebnissen der Erhebung

Die Befragung der Lehrkräfte wurde mit dem Ziel durchgeführt, Anhaltspunkte für die adressatengerechte Planung eines Fortbildungskonzepts für Lehrkräfte an der bayerischen Hauptschule zu erhalten. Die wichtigsten, in dieser Hinsicht relevanten Ergebnisse der empirischen Erhebung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Ergebnisse bezüglich der Ausstattung für Experimente sind erwartungsgemäß sehr heterogen. Die Ausstattung für Physik wird durchgängig besser bewertet als die für Chemie. Ebenso beurteilen die Lehrkräfte die Ausstattung für Demonstrations-experimente fast durchgehend besser als die für Schülerexperimente. Über die Hälfte der Befragten bewerten die Ausstattung für *Schülerexperimente Chemie* mit *mangelhaft* oder *sehr mangelhaft*!
- Die Lehrkräfte stufen die Fächergruppe P/C/B als durchaus wichtig ein.
- Der Frontalunterricht ist die am häufigsten praktizierte Unterrichtsform, während schüleraktivierende Unterrichtsmethoden nicht die ihnen zustehende Bedeutung einnehmen.
- Schülerexperimente werden deutlich seltener durchgeführt als Demonstrations-experimente, über die Hälfte der Lehrkräfte lässt Schüler nur zweimal im Halbjahr oder noch seltener selbst experimentieren.
- Bei der Durchführung von Schülerexperimenten haben 71 % der Lehrkräfte ein bevorzugtes Fach aus der Fächergruppe P/C/B. Nur 7 % der Lehrkräfte bevorzugen Chemie. Dies lässt den Schluss zu, dass in Chemie kaum Schülerexperimente durchgeführt werden.
- Aus den Bewertungen der Lehrkräfte bezüglich Aussagen zu Schülerexperimenten kann geschlossen werden, dass
  - den Lehrkräften der Wert von Schülerexperimenten durchaus bewusst ist,
  - sie Ihre Schüler in der Lage sehen, Schülerexperimente durchzuführen,
  - die Lehrkräfte den Aufwand zur Vor- und Nachbereitung als sehr hoch einschätzen,
  - sich die Lehrkräfte durch schlechte Rahmenbedingungen an der Durchführung von Schülerexperimenten gehindert sehen.

- Lehrkräfte fühlen sich auf ihren Beruf, vor allem für die Durchführung von Experimenten, nicht hinreichend vorbereitet. Dabei schneidet die II. Phase in der Einschätzung der befragten Lehrkräfte wesentlich besser ab als die I. Phase.

- Über die Hälfte der befragten Lehrkräfte hat in den letzten 5 Jahren keine Fortbildung im Bereich Physik/Chemie/Biologie besucht.

- Die Lehrkräfte erwarten sich von einer Fortbildung im Bereich PCB vor allem
  1. Erwerben von Experimentalkompetenz durch eigenes Tun,
  2. Anregungen zu vielfältigen Unterrichtsmethoden,
  3. Vermittlung von Sicherheitsrichtlinien

- Die befragten Lehrkräfte wünschen sich mehr Fortbildungsveranstaltungen im Bereich der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie.

Für die Planung des Fortbildungskonzepts ergeben sich daraus folgende Vorgaben:

- **Den spezifischen Bedürfnissen der Lehrkräfte, die sich aus den Rahmenbedingungen der Ausbildung sowie des Unterrichtseinsatzes ergeben, muss bei der Auswahl und Vermittlung der Fortbildungsinhalte Rechnung getragen werden.**

- **Im Mittelpunkt der Fortbildungen sollte die Stärkung der Experimentalkompetenz der Lehrkräfte stehen.**

- **Die Experimente sind so auszuwählen, dass sie ohne allzu großen Aufwand unter den spezifischen Bedingungen der Hauptschule im Unterricht eingesetzt werden können.**

- **Den Lehrkräften sollten Hilfen gegeben werden, welche eine direkte Umsetzung der Fortbildungsinhalte im Unterricht ermöglichen.**

- **Die Fortbildung sollte möglichst nicht als zusätzliche Belastung für die Lehrkräfte empfunden werden, sondern als konkrete Hilfe für den Unterrichtsalltag.**

3.3. Planung der Fortbildungsveranstaltungen

Die aufgezeigten grundsätzlichen Überlegungen zur Fortbildung von Hauptschullehrkräften sowie die Ergebnisse der empirischen Untersuchung bildeten die Grundlage für die Planung der Fortbildungsmaßnahmen. Tabelle 3.1 fasst nochmals die wichtigsten Vorgaben zusammen, die sich auf diese Weise für das Fortbildungskonzept ergaben. Aus diesen Vorgaben wurden die Zielsetzungen für die Bereiche Organisation, Inhalte und Methodik des Fortbildungskonzepts entwickelt.

Tabelle 3.1: Vorgaben für die Entwicklung des Fortbildungskonzepts

Theoretische Grundlegung	**Empirische Untersuchung**
- Der Chemieunterricht an der bayerischen Hauptschule findet unter besonderen Rahmenbedingungen bezüglich Lehrerausbildung, Unterrichtssituation sowie Schülerklientel statt. - Das Experiment ist eine zentrale Methode des naturwissenschaftlichen Unterrichts. - Schülerexperimente bieten die Möglichkeit zur Förderung methodischer, personaler, und sozialer Kompetenzen. - Eine Lehrerfortbildung sollte Erwachsenen gemäßes Lernen ermöglichen. - Die Forderungen der konstruktivistischen Sichtweise des Lernens gelten insbesondere auch für Fortbildungen.	- Schüler aktivierenden Unterrichtsmethoden kommt nicht die ihnen zustehende Bedeutung zu. - Experimente, vor allem Schülerexperimente, werden selten durchgeführt. - Die Lehrkräfte fühlen sich für den Einsatz von Experimenten im Unterricht nicht hinreichend ausgebildet. - Die Lehrkräfte erwarten sich von einer Fortbildung im Bereich PCB 1. Erwerben von Experimentalkompetenz 2. Anregungen zu Unterrichtsmethoden 3. Vermittlungen von Sicherheitsrichtlinien - Die Lehrkräfte schätzen den Aufwand zu Vor- und Nachbereitung von (Schüler)-Experimenten sehr hoch ein

Zielsetzungen des Fortbildungskonzepts		
Organisation	Inhalte	Methodik

Tabelle 3.2: Zielsetzungen des Fortbildungskonzepts

Zielsetzungen des Fortbildungskonzepts

Organisation

- Bei den Fortbildungsveranstaltungen soll eine angenehme Lernatmosphäre herrschen.
- Die Teilnehmer sollen eine möglichst kurze Anfahrt zum Veranstaltungsort haben.
- Die Anmeldung zu den Veranstaltungen soll möglichst einfach sein.
- Um organisatorische Probleme an den Schulen zu minimieren sollen die Fortbildungen halbtägig bzw. eintägig sein.
- Die zusätzliche Belastung der Lehrkräfte durch die Fortbildungsveranstaltung soll möglichst gering gehalten werden.
- Durch verschiedene, sich ergänzende Fortbildungsveranstaltungen soll eine nachhaltige Kompetenzsteigerung bei den Lehrkräften erreicht werden.
- Es sollen Veranstaltungen in der II. Phase der Ausbildung und auf allen Ebenen der Lehrerfortbildung angeboten werden.

Inhalte

- Im Mittelpunkt der Fortbildungsveranstaltungen soll die Stärkung der Experimentalkompetenz der Lehrkräfte stehen.
- Weitere Inhalte der Fortbildungsveranstaltungen sollen sein:
  > Fachwissenschaftliche lehrplanrelevante Grundlagen
  > Sicherheitsrichtlinien
  > Entsorgungsrichtlinien
- Die (fachlichen und methodischen) Inhalte der Fortbildungsveranstaltungen sollen direkt und unmittelbar im Unterricht an der Hauptschule umsetzbar sein.

Methodik

- Themenrelevante didaktische und fachwissenschaftliche Grundlagen sollen zu Beginn der Veranstaltung in möglichst knapper Form präsentiert werden.
- Die Aneignung weiterer fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Inhalte soll möglichst eigentätig und im Zusammenhang mit dem experimentellen Praktikum erfolgen.
- Die Demonstrationsexperimente sollen in Kleingruppen erarbeitet und anschließend im Plenum demonstriert werden, um eine Umsetzung im Unterricht anzubahnen.
- Die Schülerexperimente sollen in Form eines Experimentierzirkels in Kleingruppen erarbeitet und selbstständig durchgeführt werden.
- Die Unterstützung der Teilnehmer durch die Fortbilder soll differenziert erfolgen, um die individuellen Voraussetzungen der Teilnehmer zu berücksichtigen.

Diese Zielsetzungen stellen den Rahmen des Fortbildungskonzepts dar. In den folgenden Abschnitten „Organisation“, „Inhalte“ sowie „Methodik und Verlauf“ werden die Zielsetzungen so weit konkretisiert, dass das Fortbildungskonzept als Grundlage für die einzelne, den jeweiligen spezifischen Teilnehmerkreis berücksichtigende Fortbildungsveranstaltung dienen kann[1]. Solche individuellen Rahmenbedingungen bei der einzelnen Fortbildungsveranstaltung können sein:

- Räumliche Voraussetzungen
- Thema der Fortbildungsveranstaltung
- Zielsetzung der Fortbildungsveranstaltung
- Organisatorischer Rahmen (z.B. regional, schulintern)
- Vorkenntnisse des Teilnehmerkreises
- Zeitlicher Rahmen

3.3.1. Organisation der Fortbildungsveranstaltungen

Die reibungslose Organisation einer Fortbildungsveranstaltung ist eine wichtige Grundvoraussetzung für das Gelingen der Fortbildung und die Zufriedenheit der Teilnehmer. Im Folgenden werden dafür bedeutsamen Punkte in der Reihenfolge ihrer zeitlichen Relevanz beschrieben.

Genehmigung

Je nach dem, ob die Fortbildungsveranstaltung auf zentraler, regionaler, lokaler oder schulhausinterner Ebene angeboten werden soll, sind unterschiedliche Verfahren zur Genehmigung der Fortbildung als „staatliche Lehrerfortbildung“ oder „die staatliche Lehrerfortbildung ergänzende Maßnahme“ notwendig. Bei den zentralen Fortbildungen im Rahmen von Kursen der *Akademie für Lehrerbildung und Personalführung Dillingen* war kein separates Genehmigungsverfahren erforderlich, da die komplette Organisation durch die Akademie für Lehrerbildung und Personalführung Dillingen erfolgte. Das Fortbildungsprogramm des *GDCh-Lehrerfortbildungszentrums der Universität Erlangen-Nürnberg* wird dem Bayerischen Staatsministerium für Unterricht und Kultus zweimal jährlich zur Genehmigung vorgelegt.

[1] vgl. Abbildung 3.1, S.75

Die als „*die staatliche Lehrerfortbildung ergänzende Maßnahme*“ genehmigten Veranstaltungen werden dann im Amtsblatt veröffentlicht. Bei *Regionalen Fortbildungsveranstaltungen* ist die Genehmigung durch die Schulabteilung der zuständigen Regierung des Bezirks, bei *Lokalen Fortbildungsveranstaltungen* die Genehmigung durch das zuständige Staatliche Schulamt einzuholen. Die Genehmigung *Schulinterner Fortbildungsveranstaltungen* erfolgt durch den Schulleiter, beziehungsweise durch die Stelle, die Mittel bereitstellt. Das kann das zuständige Schulamt oder die Schulabteilung der Regierung sein.

Veranstaltungsort

Die Eignung des Veranstaltungsorts für die geplante Fortbildung muss rechtzeitig überprüft werden. Speziell bei regionalen und schulinternen Fortbildungen, die häufig an Schulen stattfinden, müssen die Gegebenheiten bezüglich der Ausstattung der Fachräume rechtzeitig abgeklärt werden. Die Veranstaltungsräume sollten deutlich ausgeschildert werden, Umherirren am Veranstaltungsort trägt nicht zu einer positiven Stimmung bei.

Termine

Beim Festlegen der Termine sind die feststehenden Termine des Schuljahres, wie Ferien, Zeugnisvergabe oder Abschlussprüfungen zu berücksichtigen. Zeiträume, in denen in den Schulen erfahrungsgemäß besonders viel Arbeit anfällt, sollten gemieden werden.

Ausschreibung

„Der Arbeitsort Schule ist relativ sensibel gegenüber Eingriffen in die tägliche Routine und da die Lehrer als potentielle Teilnehmer einer Veranstaltung nicht nur in ihrer Freizeit fortgebildet werden können und sollen, stellt jede Dienstbefreiung für einen Lehrgang oder eine Konferenz einen Eingriff in den Schulalltag dar, der nicht unterschätzt werden darf. (...) Fortbildungsmaßnahmen müssen daher langfristig angekündigt werden, damit Schulleitung und Kollegien die damit verbundene Umorganisation rechtzeitig vornehmen können.“[2]

[2] WICKE 2000. S. 11

Prinzipiell stehen für die Ausschreibung von Lehrerfortbildungsveranstaltungen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung:

- Elektronische Medien (Internet)
- Staatliche Mitteilungsblätter
- Anschreiben von Regierungen, Schulämtern oder Schulen mit der Bitte um Weiterleitung

Welches Verfahren für eine Ausschreibung am effektivsten ist, muss im Einzelfall geklärt werden, die Erfahrung zeigt, dass die Kombination mehrerer Ausschreibungswege oftmals sinnvoll sein kann, um möglichst viele potentielle Teilnehmer zu erreichen. Die Ausschreibung einer Fortbildungsveranstaltung sollte Informationen zu folgenden Punkten enthalten:

- Veranstalter
- Titel der Veranstaltung
- Zielgruppe
- Zielsetzung
- Lerninhalte
- Referenten
- Termin
- Veranstaltungsort
- Raum
- Zeitrahmen
- Programm
- Informationen zur Anmeldung

Teilnehmerzahl

Die maximale Teilnehmerzahl der Veranstaltungen sollte so gewählt werden, dass eine intensive Betreuung der einzelnen Teilnehmer möglich ist. Außerdem setzt die Größe des Labors, in dem die Teilnehmer Experimente selbst durchführen der Anzahl der Teilnehmer Grenzen. Die Anzahl der Teilnehmer in einer Arbeitsgruppe sollte 3 nicht übersteigen. Aus diesen Überlegungen heraus wurde die maximale Teilnehmerzahl auf 18 festgelegt.

Anmeldeverfahren

Das Verfahren zur Anmeldung sollte für den potenziellen Teilnehmer möglichst komfortabel und einfach sein. Es kann, wie z.B. bei Veranstaltungen der *Akademie für Lehrerbildung und Personalführung Dillingen* oder lokalen Veranstaltungen eines Staatlichen Schulamts vom Veranstalter vorgegeben sein. Am *GDCh-Lehrerfortbildungszentrums der Universität Erlangen-Nürnberg* erfolgt die Anmeldung formlos, und zwar schriftlich, telefonisch oder per e-Mail beim jeweiligen Kursleiter.

Begleitmaterial[3]

Sollen die Teilnehmer an einer Fortbildungsveranstaltung die Lerninhalte schwerpunktmäßig selbst erarbeiten, ist ein umfangreiches Begleitmaterial, z.B. in Form eines Skriptums, erforderlich. Für die Nachhaltigkeit einer Fortbildungsveranstaltung ist es zudem unbedingt notwendig, dass die Teilnehmer die Fortbildungsinhalte später nachlesen können. Das Begleitskript sollte so konzipiert sein, dass es zum einen das selbstständige Erarbeiten der Lerninhalte während der Fortbildung ermöglicht, zum anderen direkte Hilfen zur Unterrichtsgestaltung, wie z.B. Vorschläge für Versuchsanleitungen oder Arbeitsblätter beinhaltet. Bei Versuchsbeschreibungen ist auf eine genaue Darstellung des Versuchsaufbaus (möglichst mit Abbildung) sowie auf konkrete Mengenangaben zu achten, da Teilnehmer mit wenig Vorerfahrung im experimentellen Bereich mit Angaben wie „etwas“, „ausreichend“ oder „eine Spatelspitze“ wenig anfangen können. Auf ein Versenden fachlicher Informationen an die Teilnehmer in zeitlichem Abstand vor der Veranstaltung wurde bewusst verzichtet, da derartige Unterlagen oftmals auf Grund von Zeitmangel nicht durchgearbeitet werden (können).

Schaffung angenehmer Rahmenbedingungen

„Die Atmosphäre (...) ist ebenfalls von großer Bedeutung. Fortbildung ist harte Arbeit für Teilnehmer und Referenten, daher sollte das Ambiente der Tagungsstätte entsprechend sein. Es kann zwar nicht davon ausgegangen werden, dass jede Fortbildungssituation über ideale Voraussetzungen verfügt, jedoch kann erwartet werden, dass man sich von seiten der Lehrgangsleitung und der in der jeweiligen Institution Beschäftigten bemüht, eine entsprechende Atmosphäre zu schaffen.“[4]Der Gestaltung einer angenehmen Lernumgebung sind durch die baulichen Gegebenheiten, den zu vertretenden Aufwand sowie die Verfügbarkeit der Räumlichkeiten im Vorfeld Grenzen gesetzt. Dennoch sollte im Rahmen der Möglichkeiten auf eine freundliche und die geplanten Lernformen unterstützende Raumgestaltung Wert gelegt werden.

Entscheidend für eine angenehme und entspannte Lernatmosphäre ist der soziale Kontakt zwischen Teilnehmern und Referenten. Seitens der Referenten sollte

[3] siehe Anhang
[4] WICKE 2000. S. 21.

vermieden werden, auf die Teilnehmer belehrend zu wirken. Statt dessen sollte eine Atmosphäre gegenseitiger Achtung und Hilfsbereitschaft geschaffen werden. Auf Fragen und Anregungen, die sich aus den persönlichen, oft langjährigen Erfahrungen der Teilnehmer ergeben, sollte ausführlich eingegangen werden, oftmals entwickeln sich so sehr fruchtbare Diskussionen.

Die Pausen zwischen den Lerneinheiten sind keineswegs verlorene Zeit, sondern werden von den Teilnehmern oft zum Gedanken- und Erfahrungsaustausch mit Kollegen genutzt, wofür im Unterrichtsalltag zu wenig Zeit bleibt. Für das leibliche Wohl wird in den Pausen durch Bereitstellen von Getränken sowie kleinen Snacks gesorgt. Bei Ganztagsveranstaltungen wird eine Möglichkeit zum Mittagessen geplant, die Teilnahme ist jedoch freigestellt.

3.3.2. Inhalte der Fortbildungsveranstaltungen

Zentraler Punkt bei der Planung einer Fortbildungsveranstaltung sind die Lerninhalte, die vermittelt werden sollen. Sie ergeben sich einerseits aus den Zielsetzungen der Fortbildungsveranstaltung, andererseits aus den individuellen Voraussetzungen der Zielgruppe[5]. Im Rahmen des hier vorgestellten Fortbildungskonzepts sollten folgende inhaltlichen Bereiche vermittelt werden:

- Fachliche Grundlagen zu Lehrplaninhalten der Jahrgangsstufen 7 bzw. 8
- Experimente zu Lehrplaninhalten der Jahrgangsstufen 7 bzw. 8
- Experimentiertechnik und Organisation von (Schüler)-Experimenten
- Sicherheits- und Entsorgungsrichtlinien
- Einbettung der Experimente in den Unterrichtsverlauf
- Boxensystem zur Aufbewahrung des Experimentiermaterials

[5] vgl. Abschnitt 3.2.6, S. 135-136

Fachliche Grundlagen zu Lehrplaninhalten der Jahrgangsstufen 7 bzw. 8

Bezüglich der Vermittlung der theoretischen Grundlagen musste auf Grund der zeitlichen Rahmenbedingungen ein Kompromiss eingegangen werden. In einem kurzen Theorieteil, der dem praktischen Experimentieren vorgelagert ist, sollten die elementaren Grundlagen zum Thema „Säuren, Laugen und Salzen“ bei den Teilnehmern reaktiviert werden, um das Verständnis der Versuche und dabei insbesondere der fachwissenschaftlichen Erläuterungen im Begleitmaterial zu vereinfachen bzw. zu ermöglichen. Diese fachwissenschaftlichen Grundlagen wurden an Ausprägung der Thematik im Hauptschulbereich angelegt, und so konzipiert, dass die Lehrkraft über ein gewisses Maß an vertiefter Hintergrundinformation verfügt, um den Stoff den Schülern anschaulich zu vermitteln. Dies bedeutet, dass hier Theorien (z.B. die Ionentheorie) angesprochen werden, die bei der Vermittlung des Stoffes nicht unbedingt an die Schüler weitergegeben werden müssen.

Im Folgenden werden zu den einzelnen Themengebieten jeweils die inhaltlichen Vorgaben des Lehrplans sowie die an die Lehrkräfte zu vermittelnden theoretischen Grundlagen ausgeführt. Da die Fortbildungsinhalte einen unmittelbaren Bezug zum Unterrichtsalltag haben sollten, wurden diese direkt aus den Vorgaben des Lehrplans abgeleitet. Auf eine ausführliche Darstellung der fachwissenschaftlichen Hintergründe der Themengebiete wird an dieser Stelle verzichtet und auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen[6].

Oxidation und Verbrennung (7. Jahrgangsstufe)
Inhaltliche Vorgaben des Lehrplans[7]

Luft – Lebensgrundlage und Lebensraum

Den Schülern soll bewusst werden, dass die Luft neben der Sonne und dem Wasser eine Voraussetzung für das Leben auf der Erde und für Vorgänge in der unbelebten Natur ist. Sie lernen die Zusammensetzung der Luft kennen und erweitern ihr Wissen darüber, dass grüne Pflanzen Sauerstoff erzeugen.

[6] z.B. HOLLEMAN, WIBERG 1985
[7] KWMBl I So.-Nr. 1/1997

Die Schüler gewinnen einen Überblick über den Vorgang und die Aufgabe der Atmung des Menschen und erhalten Grundkenntnisse über die Zusammensetzung und Aufgaben des Blutes. Dabei werden sie mehr und mehr fähig, ein Mikroskop zu bedienen. Sie eignen sich Wissen über den Blutkreislauf, das Herz und die Blutgefäße an und erkennen, wie Atmung und Blutkreislauf zusammenwirken. An diesem Beispiel verstehen sie, wie ein System als Ganzes funktioniert. Sie lernen Risikofaktoren von Atmungs- und Kreislauferkrankungen sowie vorbeugende Maßnahmen für eine gesunde Lebensführung kennen.

Luft ist auch ein Lebensraum für Vögel. An heimischen Vögeln erweitern die Schüler ihre Formen- und Artenkenntnis. Ihnen soll die Anpassung von Tieren an den Lebensraum Luft einsichtig werden. Schließlich werden sie auf gemeinsame Merkmale und typische Verhaltensweisen von Vögeln aufmerksam.

Zusammensetzung der Luft

- *Bedeutung der Luft für Mensch und Natur; Beschaffen, Auswerten und Wiedergeben von Informationen*
- *Luft als gasförmiges Gemisch; Stickstoff, Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid als Bestandteile der Luft*
- *Nachweismethoden für Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid; chemische Zeichen: C, N, O; CO_2*

Atmung des Menschen

- *Atemwege und Atmungsorgane: Nase/Mund, Luftröhre, Bronchien, Lunge*
- *Aufgabe der Atmung: Gasaustausch; Abgabe von Kohlenstoffdioxid, Aufnahme von Sauerstoff*
- *Kreislauf der Gase bei der Fotosynthese: Kohlenstoffdioxid und Sauerstoff*

Luft – Voraussetzung für Vorgänge in der unbelebten Natur

An den Themen „Wetter“ und „Verbrennung“ soll den Schülern bewusst werden, dass die Luft auch eine Voraussetzung für Vorgänge in der unbelebten Natur ist. Ausgehend von eigenen Erfahrungen gewinnen sie Grundkenntnisse über Wetterfaktoren. Beim Beobachten und Aufschreiben des Wetters wird ihnen zunehmend einsichtig, welche Vorteile die Arbeit in Gruppen bietet. Die Schüler sollen verstehen, was Wetterkarten aussagen; sie erfahren, unter welchen

Voraussetzungen Wolken und Niederschläge entstehen, und erhalten einen Einblick in das Phänomen des Luftdrucks und dessen Zusammenhang mit dem Wettergeschehen.

Den Schülern soll einsichtig werden, welche Bedeutung das Feuer für den Menschen hat. Sie lernen brennbare und nichtbrennbare Stoffe sowie die Voraussetzungen für eine Verbrennung kennen. Daraus schließen sie auf Möglichkeiten der Brandbekämpfung und vorbeugende Maßnahmen des Brandschutzes. Sie sollen die Verbrennung als chemische Reaktion verstehen und Arten der Oxidation unterscheiden.

Bedingungen für die Verbrennung

- *Bedeutung des Feuers für den Menschen*
- *brennbare und nichtbrennbare Stoffe*
- *Voraussetzungen für die Verbrennung: Brennstoff, Erreichen der Entzündungstemperatur, Vorhandensein von Sauerstoff*
- *Brandbekämpfung, Brandschutz*
- *Umgehen mit Versuchsgeräten, z.B. dem Bunsenbrenner*

Vorgang der Verbrennung

- *chemische Reaktion*
- *Oxidation, Begriff: Oxid (Metalloxid, Nichtmetalloxid)*
- *Stille Oxidation, Rost*
- *Wortgleichungen (keine Formelgleichungen); chemische Zeichen*

Theoretische Grundlagen zu Verbrennung / Oxidation

Die nachfolgend dargestellten Grundkenntnisse sollten im Rahmen einer Lehrerfortbildung vorausgesetzt werden können bzw. müssen aufgefrischt werden.

Verbrennung als eine Reaktion mit Sauerstoff

Als erster zeigte Lavoisier im Jahre 1777, dass Sauerstoff, der mit ca. 21 % in der Luft enthalten ist, für Verbrennungsvorgänge notwendig ist. Er brachte dadurch die Phlogistontheorie, die über ein Jahrhundert das Verständnis von Verbrennungsvorgängen beeinflusst hatte, ins Wanken. Wird ein brennbarer Stoff auf eine für ihn spezifische Temperatur, die Entzündungstemperatur, erhitzt, beginnt er, mit Sauerstoff unter Abgabe von Wärme und Licht zu reagieren: er brennt. Die Verbrennung ist eine exotherme Reaktion, wobei die Energie in Form von Licht und Wärme freigesetzt wird. Einer der häufigsten Verbrennungsvorgänge ist die Verbrennung von organisch gebundenem Kohlenstoff (z. B. Holz, fossile Brennstoffe) mit dem Sauerstoff der Luft:

Kohlenstoff + Sauerstoff ⟶ Kohlenstoffdioxid + Energie

$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + \text{Energie}$

Mit reinem Sauerstoff erfolgt die Verbrennung rascher, da der Sauerstoff in einer hohen Konzentration zur Verfügung steht. Die Reaktionsgeschwindigkeit wird auch durch eine vergrößerte Oberfläche des Stoffes, die durch eine Erhöhung des Zerteilungsgrades erreicht werden kann, beschleunigt. Bei der Verbrennung von Nichtmetallen (z.B. Kohlenstoff, Schwefel) entstehen Nichtmetalloxide (Gase, z.B. Kohlenstoffdioxid, Schwefeldioxid), bei der Verbrennung von Metallen (z.B. Magnesium, Eisen) entstehen Metalloxide (Feststoffe, z.B. Magnesiumoxid, Eisenoxid). Die Oxidbildung ist Dreh- und Angelpunkt des Verständnisses der Verbrennungsvorgänge an der Luft.

Oxidation als eine Reaktion mit Sauerstoff

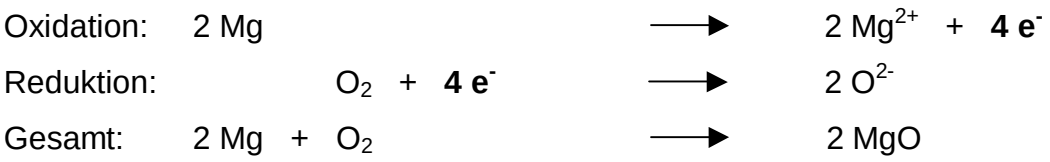
Reaktionen eines Stoffes mit Sauerstoff ohne Verbrennungserscheinungen sind ebenso Oxidationsreaktionen im ursprünglichen Sinn. Typische Oxidationsvorgänge sind also neben Verbrennungsvorgängen „stille Oxidationen“, wie z.B. die Oxidation von Metallen (Rosten) oder die Atmung von Lebewesen.

Kupfer + Sauerstoff ⟶ Kupferoxid

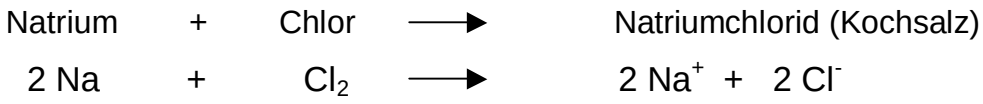
$4\,Cu + O_2 \longrightarrow 2\,Cu_2O$

Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen mit e^--Transfer

Ganz allgemein versteht man unter einer Oxidation die Abgabe von Elektronen, unter Reduktion die Aufnahme von Elektronen. Oxidation und Reduktion sind stets Teilreaktionen einer sogenannten Redoxreaktion. Ein Oxidationsmittel ist nach dieser Definition ein Stoff, der Elektronen aufnimmt, ein Reduktionsmittel ein Stoff, der Elektronen abgibt. Selbstverständlich lässt sich diese Verständnis der Oxidation auch auf Reaktionen mit Sauerstoff anwenden:



Nach diesem Verständnis ist jedoch z.B. auch die Umsetzung von Natrium mit Chlor eine Redoxreaktion, obwohl kein Sauerstoff beteiligt ist. Na wird zu Na^+ oxidiert, Cl_2 wird zu $2Cl^-$ reduziert:



Säuren, Laugen und Salze (8. Jahrgangsstufe)

Vorgaben des Lehrplans

Stoffe im Alltag und in der Technik

Ausgehend von Beispielen aus ihrer Umgebung erfahren die Schüler, dass Säuren, Laugen und Salze im Alltag und in der Technik vielfältig zur Anwendung kommen. Sie erwerben sich Grundkenntnisse über diese Stoffe und überlegen, wie man sie mit einfachen Methoden nachweisen kann. Dabei erkennen sie, dass man chemische Vorgänge mit Formeln und Gleichungen beschreiben kann. Sie sollen verstehen, dass durch richtigen Umgang mit diesen Stoffen Gefährdungen der Umwelt vermieden werden.Bei Versuchen werden sie auch mit den entsprechenden Sicherheitsbestimmungen vertraut.

Säuren und Laugen

- *Säuren (Säurelösungen) und Laugen aus dem Erfahrungsbereich der Schüler, z.B. im Haushalt; sachgemäßer Umgang, Gefahren*
- *Nachweisen von Säuren und Laugen*
- *Eigenschaften von Säuren und Laugen; Wirkungen auf andere Stoffe; Anwendungen*
- *Herstellen einer Säure (z.B. schweflige Säure, Salzsäure) und einer Lauge (z.B. Natronlauge)*
- *Formelschreibweise, z.B. H_2SO_3, HCl; NaOH*
- *Umweltgefährdungen, z.B. saurer Regen*

Salze

- *Salze aus dem Erfahrungsbereich der Schüler, z.B. Kochsalz; sachgemäßer Umgang*
- *Eigenschaften von Salzen; Wirkungen; Nachweis von Salzen*
- *Herstellen eines Salzes, z.B. durch Synthese oder Neutralisation; Element, Verbindung; Reaktion*
- *Wortgleichung und Formelschreibweise*
- *Verwendung von Salzen, z.B. Streusalz, Düngemittel; Umweltgefährdungen*

Theoretische Grundlagen zu Säuren, Laugen und Salzen

Säuren und Laugen

Nach Arrhenius (1859 – 1927) sind Säuren, Basen und Salze Stoffe, die in wässriger Lösung durch Dissoziation als geladene Teilchen, sogenannte Ionen, vorliegen. Positiv geladene Ionen heißen Kationen, negativ geladene Teilchen heißen Anionen. Säuren sind Stoffe, die in wässriger Lösung positiv geladene Wasserstoff-Ionen H^+ bilden, z.B.

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

Die wässrige Lösung einer Säure bezeichnet man oft als Säure und unterscheidet nicht zwischen wasserfreier Säure und Säurelösung. Der pH-Wert liegt < 7
Basen sind Stoffe, die in wässriger Lösung negativ geladene Hydroxid-Ionen OH^- bilden, z.B.

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

Die wässrige Lösung einer Base bezeichnet man als Lauge. Der pH-Wert liegt > 7
Salze sind Stoffe, die in wässriger Lösung Kationen und Anionen bilden, z.B.

$$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

Die wässrige Lösung von Salzen bezeichnet man als Salzlösung. Der pH-Wert einer Salzlösung liegt häufig um 7, kann aer auch nach oben oder unten davon abweichen.

pH-Wert

Der pH-Wert ist ein Maß dafür, wie sauer bzw. alkalisch eine Lösung ist.
Definiert ist der pH-Wert als negativer dekadischer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration: $pH = -\lg C_{H+}$

Der pH-Wert wird also umso kleiner, je höher die Konzentration von H^+-Ionen ist. Reines Wasser besitzt einen pH-Wert von 7. Säuren haben pH-Werte < 7. Je kleiner der pH-Wert, desto saurer ist die Lösung. Laugen haben pH-Werte >7. Je größer der pH-Wert, desto alkalischer die Lösung.

Aus der dekadisch-logarithmischen Definition des pH-Wertes folgt, dass sich die Konzentration der H^+ -Ionen mit einem ganzen pH-Sprung um das 10-fache ändert. Beispiel: Eine 1 molare Salzsäure (36,4 g HCl /1 Liter Wasser) hat den pH-Wert 0, eine auf das 10-fache verdünnte Lösung den pH-Wert 1, eine auf das 100-fache verdünnte Lösung den pH-Wert 2, eine auf das 1000-fache verdünnte Lösung den pH-Wert 3 usw.

Neutralisation (starker Säuren mit starken Basen)

Bei der Neutralisation reagiert eine Säurelösung unter Freisetzung von Energie mit einer Lauge, am Neutralpunkt ist die Anzahl der Wasserstoffionen H^+ und der Hydroxidionen OH^- gleich groß, die Lösung hat den pH-Wert 7. Beispiel für eine derartige Neutralisation ist die Reaktion von Salzsäure mit Natronlauge, wobei Kochsalzlösung entsteht:

$$H^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \longrightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$$

Für die eigentlichen Reaktionspartner kann man formulieren:

$$H^+ + OH^- \longrightarrow H_2O$$

Sicherheits- und Entsorgungsrichtlinien

Maßgebend für die Sicherheit und Entsorgung sind die *Empfehlungen für Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht*. Sie basieren auf dem *Chemikaliengesetz*, der *Gefahrstoffverordnung* sowie den *Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht.* Dieser Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 9. September 1994 in der Fassung vom 28. März 2003 wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst mit Bekanntmachung vom 09. September 2003 als verbindliche Vorschrift für den Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern an den allgemeinbildenden Schulen in Bayern in Kraft gesetzt. Die vollständige Fassung dieser Richtlinien steht unter www.km.bayern.de/km/lehrer/informationen zur Verfügung. Der Sicherheits- und Entsorgungsaspekt ist in Anbetracht der geringen Vorkenntnisse sowie oftmals vorhandener Ängste seitens der Lehrkräfte ein wichtiger Bestandteil des Fortbildungskonzepts. Die Richtlinien werden den Teilnehmern an konkreten Beispielen aufgezeigt und auf mögliche Gefahren hingewiesen.

Sicherheit[8]

Die Sicherheit für Schüler und Lehrer muss beim Experimentieren an erster Stelle stehen. Beherzigt man einige Sicherheitsregeln, ist die Durchführung vieler Demonstrations- und Schülerexperimente ohne nennenswerte Gefährdung der Beteiligten möglich. Die Sicherheitserziehung der Schüler ist in diesem Zusammenhang ein wichtiger Punkt. Die häufigsten Verletzungen, die beim Experimentieren (nicht nur in der Schule) auftreten, sind

- Verletzungen der Augen durch Glassplitter, heiße Flüssigkeiten oder ätzende Chemikalien.
- Verbrennungen z. B. beim Umgang mit dem Laborbrenner.
- Verbrühungen durch siedendes Wasser.
- Verätzungen der Haut durch Säuren oder Laugen.
- Schnittwunden durch unsachgemäßen Umgang mit Glasgeräten.

Aus diesen Gefahren können die wichtigsten Sicherheitsrichtlinien[9] abgeleitet werden.

[8] siehe dazu auch BADER 2002, S. 318-324
[9] zu den vermittelten Sicherheitsrichtlinien siehe Anhang

Entsorgung[10]

Bezüglich der Umweltrelevanz von Chemikalien gilt die Regel: „Vermeidung geht vor Wiederverwertung, Wiederverwertung geht vor Entsorgung.“ **Vermeidung** bedeutet, dass man zunächst versuchen sollte, Experimente mit Stoffen durchzuführen, die keine Gefahr für die Umwelt darstellen. Ein Beispiel hierfür wäre die Verwendung von Lebensmittelsäuren bei Untersuchungen des pH-Werts. Bei der **Wiederverwertung** (Recycling) werden die Stoffe, wie der Name schon sagt, für weitere Experimente wieder verwertet. Verdünnte Schwefelsäure kann z.B. gesammelt und für den Betrieb einer Hoffmann`schen Wasserzersetzungsapparatur verwendet werden.

Für die **Entsorgung** kann an der Hauptschule ein vereinfachtes Entsorgungsschema eingesetzt werden, da in der Regel nur relativ wenige problematische Chemikalien verwendet werden:

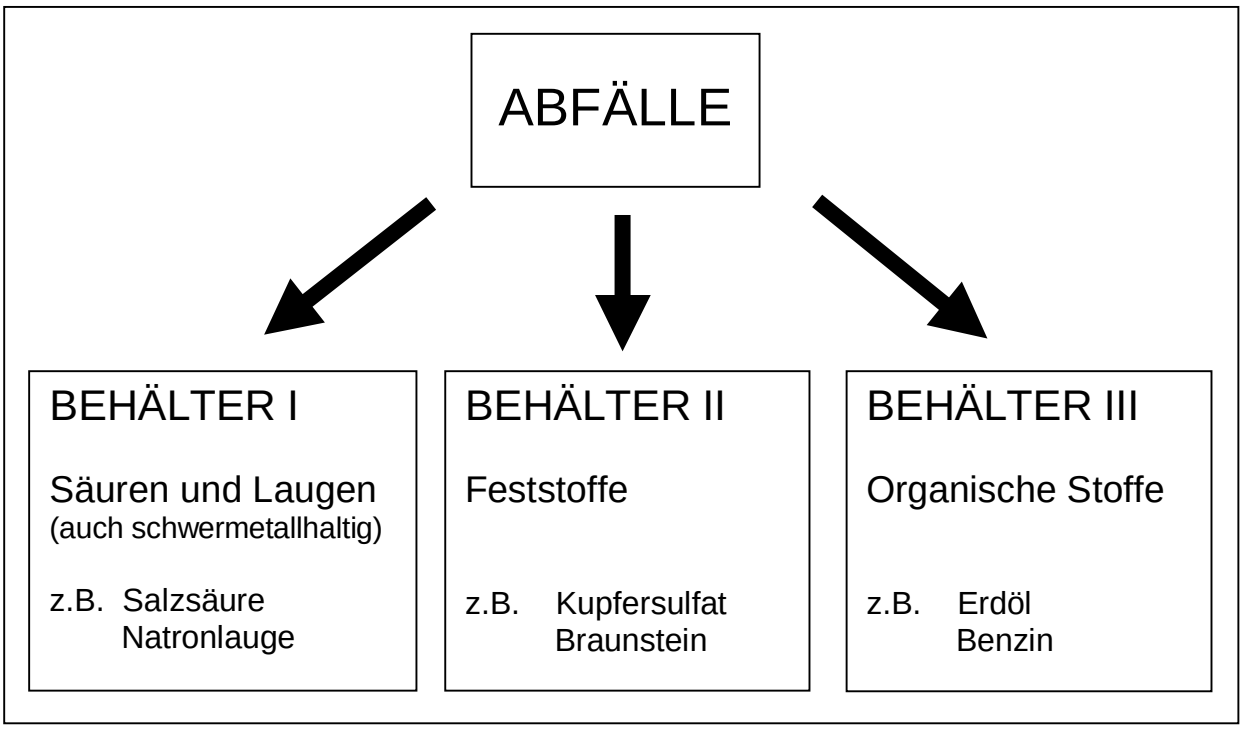


Abbildung 3.53: Entsorgungssystem für die Hauptschule[11]

Eine sachgerechte Entsorgung auch geringer Mengen von Chemikalienabfällen sollte auch im Hinblick auf eine Vorbildfunktion gegenüber den Schülern selbstverständlich sein und kann im Rahmen der **Umwelterziehung** thematisiert werden.

[10] siehe dazu auch BADER 2002, S. 325
[11] vgl HÄUSLER 1991, S. 31

Experimentiertechnik und Organisation von Schülerexperimenten

Die Vermittlung von Grundlagen der Experimentiertechnik[12] ist ein wichtiges Anliegen des Fortbildungskonzepts. Ein grundlegendes Wissen zum Umgang mit Gerätschaften und Chemikalien sind Voraussetzung für einen sicheren und erfolgreichen Einsatz von Experimenten im Unterricht. Gerade Lehrkräfte an Hauptschulen verfügen aber auf Grund Ihrer Ausbildung nicht über derartiges Wissen.[13]

Im Rahmen einer knapp gehaltenen Einführung vor dem Praxisteil, wird den Teilnehmern der Umgang mit den für sie wichtigsten Gerätschaften demonstriert:

- Umgang mit Bechergläsern und Reagenzgläsern
- Umgang mit dem Laborbrenner
- Chemikalienentnahme aus Vorratsflaschen
- Verdünnung von Säurelösungen
- Umgang mit der Laborwaage
- Befestigung von Geräten an Stativen
- Umgang mit Glasrohren und Gummistopfen

Im Praxisteil haben die Teilnehmer sodann die Gelegenheit, dieses neu erworbene Wissen aktiv umzusetzen, anzuwenden bzw. zu vertiefen.

Für den effizienten Einsatz von Schülerexperimenten im Unterricht ist zumindest ein grundlegendes Wissen über mögliche bzw. bewährte Organisationsformen[14] unbedingt notwendig. Neben Disziplin und Methodenkompetenz seitens der Schüler erleichtert eine straffe und im Sinne eines Rituals eingeschulte organisatorische Vorgehensweise die Einbindung der experimentellen Phase in den Unterrichtsverlauf. Das Anbahnen derartiger organisatorischer Kompetenzen bei den Fortbildungsteilnehmern ist deshalb für die erfolgreiche – und damit zu vermehrtem Einsatz von Schülerexperimenten ermutigende – Umsetzung der Fortbildungsinhalte in den Unterricht notwendig.

[12] vgl dazu auch HÄUSLER 1991, S. 6-35
[13] siehe dazu S. 26f: Die Ausbildung von Hauptschullehrkräften
[14] vgl. dazu auch BADER 2002, S. 312; BARKE, Harsch 2001, S. 117

Experimente zu Lehrplaninhalten der Jahrgangsstufen 7 bzw. 8

Die in den Fortbildungen vermittelten Experimente wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt:[15]

- Lehrplanmäßige Relevanz
- Alltagsbezug
- Bedeutung im Rahmen eines problemlösenden Unterrichts
- Eindeutigkeit des beobachtbaren Effekts
- Aufwand bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung
- Relativ geringer Materialbedarf
- Gefahrenpotential

Unter Berücksichtigung dieser Kriterien wurden 12 Demonstrationsexperimente sowie 21 Schülerexperimente ausgewählt, die dann in den einzelnen Fortbildungsveranstaltungen, je nach thematischer Zielsetzung, vermittelt wurden. Die Experimente sind in Tabelle 3.3 und 3.4, geordnet nach Jahrgangsstufe des Lehrplanbezugs, dargestellt. Die Anleitungen[16] sowie kurze fachwissenschaftliche Informationen zu den Experimenten finden sich im Anhang.

Bei der Auswahl der Demonstrationsexperimente wurde besonders auf einen eindeutig zu beobachtenden Effekt geachtet. Weiteres wichtiges Auswahlkriterium war hier ein vertretbarer Aufwand bei der Vorbereitung sowie der geringe Anspruch bezüglich des Materialbedarfs.

[15] vgl. dazu auch Bader 2002, S. 295f
[16] vgl. dazu auch HÄUSLER, RAMPF, REICHELT 1991

Tabelle 3.3: Für das Fortbildungskonzept ausgewählte Demonstrationsexperimente

DEMONSTRATIONSEXPERIMENTE	
Jgst.	**Experiment**
7	Verbrennung in reinem Sauerstoff
7	Verbrennung von Metallen
7	Bildung von Zinksulfid
7	Wasserzersetzung und Knallgasreaktion
7	Betrieb einer Brennstoffzelle
7	Zündung eines Benzin-Luft-Gemisches
8	Eigenschaften von Schwefelsäure
8	Herstellung von Salzsäure aus Kochsalz
8	Herstellung von Natronlauge aus Natrium
8	Neutralisation von konzentrierter Salzsäure mit konzentrierter Natronlauge
8	Herstellung von Kohlensäure
8	Entstehung von saurem Regen

Bei der Auswahl der Schülerexperimente stand der Sicherheitsaspekt im Vordergrund. Es wurden nur solche Experimente ausgewählt, die von den Schülern mit kalkulierbaren Risiken und vertretbarer Sicherheitsausrüstung (Schutzbrille) durchgeführt werden können. Weiterhin wurde bei den Schülerexperimenten besonderer Wert auf leicht und eindeutig zu beobachtende Effekte sowie eine einfache Durchführbarkeit gelegt. Ein wichtiges Kriterium war auch der Alltagsbezug der Experimente um so zu einem mit Alltagserfahrungen vernetzen experimentellen Wissen zu gelangen. Außerdem sollten alle Experimente auch mit einer relativ beschränkten Ausstattung für Schülerexperimente durchführbar sein.

Tabelle 3.4: Für das Fortbildungskonzept ausgewählte Schülerexperimente

Schülerexperimente	
Jgst.	**Experiment**
7	Sauerstoff als Reaktionspartner; Glimmspanprobe
7	Kohlenstoffdioxid als Reaktionsprodukt; Kalkwasserprobe
7	Untersuchung der Kerzenflamme
7	Verbrennung mit Katalysator
7	Rosten von Eisen
7	Oxidation und Reduktion von Kupfer
7	Redoxreaktionen am Kupfer
8	Stärkeverdauung mit Speichel
8	Geschmackstest von Säuren in Lebensmitteln
8	Wirkung von Säuren auf Eiweiß
8	Herstellung von Blaukrautindikator
8	Nachweisen von Säuren und Laugen mit Blaukrautindikator
8	Messung des pH-Werts mit Indikatorpapier
8	Messung des pH-Werts mit Flüssigindikator
8	Messung des pH-Wertes einer Verdünnungsreihe
8	Entkalkung von Haushaltsgeräten
8	Reaktion von Salzsäure mit Marmor
8	Reaktion von Säuren mit Metallen
8	Neutralisation von verdünnter Salzsäure mit verdünnter Natronlauge
8	Flammenfärbung durch Salze
8	Untersuchung von Babywindeln (Superabsorber)

Einbettung der Experimente in den Unterrichtsverlauf

Wie bereits ausführlich dargestellt[17], gewährleistet nur die didaktisch sinnvolle Einbettung eines Experiments in den Unterrichtsverlauf den erwünschten Lerneffekt, vor allem im kognitiven Bereich. Das Thematisieren geeigneter problemlösender Unterrichtstrukturen ist deshalb ein wichtiger Inhalt des Fortbildungskonzepts. Exemplarisch für problemlösende Artikulationsmöglichkeiten des naturwissenschaftlichen Unterrichts wird den Teilnehmern das „Forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren“[18] nach SCHMIDKUNZ und LINDEMANN[19] vorgestellt und anhand eines konkreten Unterrichtsbeispiels[20] verdeutlicht. Dabei soll möglichst ein Bezug zu den Experimenten des Praxisteils sowie zu den Organisationsstrukturen beim Experimentieren hergestellt werden.

Boxensystem zur Aufbewahrung des Experimentiermaterials

Wie die Ergebnisse der Empirischen Untersuchung zeigten, stellt oftmals sowohl eine mangelhafte, bzw. schlecht sortierte Ausstattung mit Experimentiermaterial als auch der große zeitliche Aufwand bei der Vorbereitung von Experimenten ein Problem dar. Als Lösungsansatz regt das Fortbildungskonzept das Zusammenstellen thematischer Experimentierboxen an. Dies geschieht trotz des durchaus vorhandenen Bewusstseins, dass das Zusammenstellen des benötigten Experimentiermaterials – in welcher Form auch immer – nicht die im didaktischen Sinne ideale Alternative[21] mit Blick auf problemlösendes Arbeiten ist. Auf Grund der gegebenen Rahmenbedingungen[22] erscheint ein Boxensystem als „Notlösung“ jedoch sinnvoll.[23]

Die Experimentierboxen sollen dem Hauptschullehrer größtmögliche Unterstützung und Erleichterung bei der Vorbereitung und Durchführung von Chemie-Experimenten im P/C/B-Unterricht bieten. Die Experimentierboxen können vom Kollegium unter Einbeziehung des vorhandenen Materials mit relativ geringem finanziellen Aufwand zusammengestellt werden. Das Boxensystem besteht aus zwei Typen von Experimentierboxen:

[17] siehe Abschnitt 2.2.1
[18] siehe Abschnitt 2.1.5
[19] SCHMIDKUNZ, LINDEMANN, 1981
[20] siehe Anhang Abschnitt 10.3
[21] vgl. BAUER 1975, S. 156-162; RIDDER 1992, S. 30-33
[22] vgl. Abschnitt 2.1
[23] vgl. Abschnitt 5.3

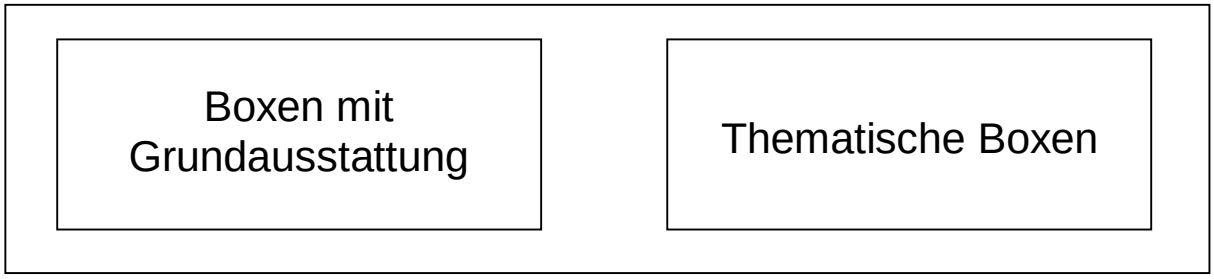


Abbildung 3.47: Aufbau des Boxensystems

Die **Boxen mit der Grundausstattung** enthalten das Material, das für viele Experimente benötigt wird, wie z.B.

- Bechergläser
- Messzylinder
- Spatel
- Rührstäbe
- Dreifüße
- Stative
- Laborbrenner

Im Gegensatz dazu enthalten die **thematischen Boxen** das Experimentiermaterial, das speziell für einen oder mehrere Versuche benötigt wird sowie weitere, auf den betreffenden Versuch bezogene Unterlagen für die Lehrkraft. Eine thematische Experimentierbox zur *„Herstellung von Blaukrautindikator“* könnte beispielsweise enthalten:

- 6 Schneidbrettchen
- 6 Messer
- 6 Siebe
- 6 PCV – Trichter
- 6 PVC – Tropfflaschen
- Checkliste zum Inhalt der Experimentierboxen
- Lehrerinformationen zum Experiment
- Kopiervorlagen für Schülerversuchsanleitungen
- Folien/Material zu Einstieg oder Anwendung
- Vorschlag für Hefteintrag

Entscheidend für den Nutzen eines solchen Boxensystems ist, dass die Pflege und damit die **Vollständigkeit der Experimentierboxen** gewährleistet ist. Dies kann beispielsweise durch die Betreuung von einzelnen Boxen durch Schüler im Rahmen einer „*Arbeitsgemeinschaft Experimentieren“* geschehen.

3.3.3. Methodik und Verlauf der Fortbildungsveranstaltungen

Grundlage der methodischen Überlegungen war zum einen die einschlägige Fachliteratur zur Methodik von Erwachsenenbildung[24] und Lehrerfortbildung[25], zum anderen die Ergebnisse aus der empirischen Erhebung[26], die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurde. Daraus ergaben sich Zielsetzungen in methodischer Hinsicht [27], die dann konkretisiert wurden.

- *Themenrelevante fachwissenschaftliche und didaktische Grundlagen sollen zu Beginn der Veranstaltung in möglichst knapper Form präsentiert werden.*

  Wichtige Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz von Experimenten im Unterricht ist das Beherrschen fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Grundlagen des entsprechenden Rahmenthemas seitens der Lehrkraft. Auf Grund der relativ knappen Zeit bei eintägigen und besonders bei halbtägigen Veranstaltungen können an dieser Stelle jedoch nur für das Verständnis der Experimente elementare Sachverhalte angesprochen werden.

- *Die Aneignung weiterer fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Inhalte soll möglichst eigentätig und im Zusammenhang mit dem experimentellen Praktikum erfolgen.*

  Das Begleitmaterial (Skript) bietet die Möglichkeit, während des Praktikums weitere fachwissenschaftliche Informationen zum jeweiligen Experiment zu erhalten. In der Kleingruppe sollen didaktische Fragestellungen zum Einsatz des Experiments im Unterricht thematisiert werden, auch hier bietet das Begleitmaterial durch Vorschläge für Schülerversuchsanleitungen Hilfestellung.

- *Die Demonstrationsexperimente sollen in Kleingruppen erarbeitet und anschließend im Plenum demonstriert werden, um eine Umsetzung im Unterricht anzubahnen.*

  Ein verändertes Lehrerbild fordert neue Kompetenzen beim Lehrer ein, z.B. Teamfähigkeit. [28] Deshalb sollten die Teilnehmer bei der Fortbildung im Team arbeiten. Außerdem hilft Teamarbeit, Unsicherheiten beim Experimentieren

[24] z. B. ARNOLD, R., KRÄMER-STÜRZL, A. SIEBERT, H. 1999.
[25] z.B. WICKE, R.-E. 2000.
[26] vgl. Abschnitt 3.2
[27] siehe Tabelle 3.2: Zielsetzungen des Fortbildungskonzepts, S. 135
[28] vgl. ALTRICHTER 2003

abzubauen.[29] Dies trifft auch und vor allem für Hauptschullehrer zu, da diese zum Teil keinerlei Vorerfahrung im Experimentieren haben. Demonstrationsexperimente müssen vor der Klasse demonstriert werden, deshalb erfolgt die Vorstellung der Ergebnisse der Teamarbeit (Aufbau, Durchführung und Erläuterung des Experiments) im Plenum.

- *Die Schülerexperimente sollen in Form eines Experimentierzirkels in Kleingruppen erarbeitet und selbstständig durchgeführt werden.*

  Das eigenständige Erarbeiten und Erleben der Experimente in Form eines Experimentierzirkels erfüllt die Forderungen des Konstruktivismus und ermöglicht erwachsenengemäßes Lernen. Gerade experimentelle Kompetenzen können nur durch aktive und handelnde Auseinandersetzung mit der Sache aufgebaut werden.

- *Die Unterstützung der Teilnehmer durch die Fortbilder soll differenziert erfolgen, um die individuellen Voraussetzungen der Teilnehmern zu berücksichtigen.*

  Hauptschullehrkräfte kommen auf Grund der Besonderheiten ihrer Ausbildung mit stark unterschiedlichem Vorwissen zu Fortbildungsveranstaltungen. Durch die selbstständige Arbeit der Teilnehmer in Kleingruppen werden für den Fortbilder Kapazitäten frei, um die einzelnen Teilnehmer individuell und differenziert zu betreuen.

Das Fortbildungskonzept sollte so flexibel ausgerichtet sein, dass es problemlos an die unterschiedlichen Bedingungen bezüglich Zeitvorgabe, Teilnehmerkreis, didaktischer Schwerpunkt usw. anzupassen ist. Es erwies sich daher als sinnvoll, einzelne Methodenbausteine zu erarbeiten, die zu einer Adressaten bezogenen Fortbildungsveranstaltung kombiniert werden können. Für halbtägige und eintägige Fortbildungsveranstaltungen wurden zwei, auf den jeweiligen zeitlichen Rahmen abgestimmte Verlaufsschemata entwickelt, die dann bei der jeweiligen Fortbildungsveranstaltung bezüglich der didaktischen und fachwissenschaftlichen Inhalte konkretisiert wurden.
Die Tabellen 3.5 und 3.6 zeigen die Verlaufsschemata für halbtägige sowie eintägige Veranstaltungen.

[29] vgl. Scheuer 2002

Tabelle 3.5: **Halbtägige Fortbildungsveranstaltungen**

Zeit	Inhalte
5 min	Begrüßung
45 min	Präsentation: Fachwissenschaftliche Grundlagen, didaktische Gesichtspunkte des Experimentierens im Chemieunterricht der Hauptschule, Experimentiertechnik, Sicherheit und Entsorgung
20 min	Kaffeepause
90 min	Praktikum: Die Teilnehmer bereiten in Kleingruppen je ein Experiment vor und demonstrieren dieses anschließend im Plenum. Anschließend Möglichkeit zum selbsttätigen Durchführen der Experimente.
20 min	Reflexion und Ausblick

Tabelle 3.6: **Eintägige Fortbildungsveranstaltungen**

Zeit	Inhalte
5 min	Begrüßung
55 min	Präsentation: Fachwissenschaftliche Grundlagen, didaktische Gesichtspunkte des Experimentierens im Chemieunterricht der Hauptschule, Experimentiertechnik, Sicherheit und Entsorgung
20 min	Kaffeepause
90 min	Praktikum Demonstrationsexperimente: Die Teilnehmer bereiten in Kleingruppen je ein Experiment vor und demonstrieren dieses anschließend im Plenum.
90 min	Mittagspause
30 min	Präsentation: Hinweise zu Schülerexperimenten, Aufbewahrung des Experimentiermaterials, Kooperation im Kollegium
120 min	Praktikum Schülerexperimente: Die Teilnehmer führen im Rahmen eines Experimentierzirkels selbst Schülerexperimente durch
30 min	Reflexion und Ausblick

4. Realisierung des Fortbildungskonzepts

4.1. Überblick über die durchgeführten Fortbildungen

Das auf der Grundlage von theoretischen Überlegungen sowie der Ergebnisse aus der Lehrerbefragung erarbeitete Fortbildungskonzept wurde in den Jahren 2002 bis 2004 auf allen Ebenen der Lehrerfortbildung in Bayern realisiert. Dabei wurden

- 8 Zentrale Fortbildungsveranstaltungen
- 3 Regionale Fortbildungsveranstaltungen
- 8 Lokale Fortbildungsveranstaltungen
- 3 Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen

durchgeführt. Die folgende Aufstellung gibt einen Überblick über die 22 durchgeführten Veranstaltungen:

Tabelle 4.1: Zentrale Fortbildungsveranstaltungen

Datum	**Thema**	**Veranstalter**
16.01.2002	Physik, Chemie u. Biologie in der Hauptschule, Säuren, Laugen und Salze; im Rahmen des Fortbildungslehrgangs Nr. 61/298	Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung in Dillingen
02.07.2002	Physik, Chemie u. Biologie in der Hauptschule, Säuren, Laugen und Salze; im Rahmen des Fortbildungslehrgangs Nr. 62/298	Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung in Dillingen
28.11.2002	Schülerexperimente im Chemieunterricht der Hauptschule: Säuren, Laugen und Salze	GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg
05.12.2002	Schülerexperimente im Chemieunterricht der Hauptschule: Säuren, Laugen und Salze	GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg
17.01.2003	Physik, Chemie u. Biologie in der Hauptschule, Säuren, Laugen und Salze; im Rahmen des Fortbildungslehrgangs Nr. 63/363	Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung in Dillingen
29.10.2003	Schülerexperimente im Chemieunterricht der Hauptschule: Säuren, Laugen und Salze	GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg
03.12.2003	Schülerexperimente im Chemieunterricht der Hauptschule – Oxidation und Verbrennung	GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg
04.12.2003	Schülerexperimente im Chemieunterricht der Hauptschule – Oxidation und Verbrennung	GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg

Tabelle 4.2: Regionale Fortbildungsveranstaltungen

Datum	**Thema**	**Veranstalter**
04.02.2003	Experimente im Chemieunterricht des Faches PCB in M-Klassen	Regierung von Mittelfranken
18.03.2003	Experimente im Chemieunterricht des Faches PCB in M-Klassen	Regierung von Mittelfranken
17.07.2003	Chemie-Experimente mit Supermarktprodukten	Mittelfränkischen Lehrertags des Bayerischen Lehrerinnen und Lehrerverbands (BLLV)

Tabelle 4.3: Lokale Fortbildungsveranstaltungen

Datum	**Thema**	**Veranstalter**
18.06.2002	Lehrer- und Schülerexperimente im Chemieunterricht der Fächergruppe PCB	Seminar SLHS VI/1
25.06.2002	Der naturwissenschaftlicheLernprozess mit Lehrbeispiel und Reflexion	Seminar SLHS VI/1
10.12.2002	Lehrer- und Schülerexperimente im Chemieunterricht der Fächergruppe PCB	Seminar SLHS VI/2
01.06.2003	Lehrer- und Schülerexperimente im Chemieunterricht der Fächergruppe PCB	Seminar SLHS V/1
11.11.2003	Chemieexperimente im PCB-Unterricht Seminartag	GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg
08.03.2004	Chemieexperimente im PCB-Unterricht	Staatliches Schulamt im Schulamtsbezirk Roth/Schwabach
22.04.2004	Chemieexperimente im PCB-Unterricht Seminartag	GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg
29.04.2004	Chemieexperimente im PCB-Unterricht Seminartag	GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg

Tabelle 4.4: Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen

Datum	**Thema**	**Veranstalter**
27.03.2004	„Klassiker und Neuheiten“ – Experimente in der Fächergruppe PCB	Volksschule Nürnberg, Hauptschule Herriedener Straße 29
19.02.2004	*Chemie-Experimente mit Supermarktprodukten*	Eichendorffschule Erlangen
27.07.2004	*Zusammenstellung von Experimentierboxen für den P/C/B-Unterricht*	Eichendorffschule Erlangen

4.2. Durchführung der Fortbildungsveranstaltungen

Die Realisierung des Fortbildungskonzepts auf den unterschiedlichen Ebenen der Lehrerfortbildung in Bayern stellte bezüglich Organisation, Teilnehmerkreis sowie Fortbildungsinhalten unterschiedliche Anforderungen.

4.2.1. Zentrale Fortbildungsveranstaltungen

Zentrale Fortbildungsveranstaltungen wurden am GDCh-Lehrerfortbildungszentrums der Universität Erlangen-Nürnberg sowie an der Akademie für Lehrerbildung und Personalführung Dillingen durchgeführt.

Im Rahmen des Fortbildungsprogramms des GDCh-Lehrerfortbildungszentrums der Universität Erlangen-Nürnberg wurden zwei unterschiedliche zentrale Fortbildungsveranstaltungen angeboten:

- Chemie-Experimente im PCB-Unterricht: Oxidation und Verbrennung
- Chemie-Experimente im PCB-Unterricht: Säuren, Laugen und Salze

Besonders hervorzuheben ist, dass bei keiner Veranstaltung Interessenten wegen Überfüllung eines Kurses abgesagt werden musste, da in diesem Fall jeweils ein zeitnaher Wiederholungstermin angeboten werden konnte.

Die Akademie für Lehrerbildung und Personalführung Dillingen ist eine Fortbildungseinrichtung des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus. Hier werden unter anderem Fortbildungsveranstaltungen für bayerische Lehrkräfte aller Schularten angeboten.

Im Rahmen der zweimal jährlich stattfindenden 5-tägigen Fortbildung „Physik, Chemie und Biologie in der Hauptschule“ wurde bei insgesamt drei Terminen (16.01.2002, 02.07.2002, 17.01.2003) die Gestaltung eines halben Tages zum Thema „Säuren, Laugen und Salze“ übernommen. Die Organisation der Veranstaltung erfolgte durch die Akademie für Lehrerbildung und Personalführung Dillingen.

4.2.2. Regionale Fortbildungsveranstaltungen

Diese Fortbildungen fanden im Rahmen eines Fortbildungsprogramms für Hauptschullehrkräfte, die in M-Klassen unterrichten, statt. Die Zielsetzung des Fortbildungsprogramms war es, Lehrkräfte, welche in M-Klassen unterrichten, für diese besondere Aufgabe zu qualifizieren. Bei einer Klärung des speziellen Fortbildungsbedarfs dieser Zielgruppe stellte man fest, dass auch hier insbesondere im Bereich der Experimentalkompetenz Fortbildungen gewünscht wurden, stets jedoch mit Blick auf das erhöhte Anforderungsniveau im M-Bereich.

Die Organisation der Fortbildung erfolgte durch die Regierung von Mittelfranken. Die Zielgruppe wurde durch die Regierung direkt angeschrieben und zu der Fortbildungsveranstaltung eingeladen. Die Anmeldung erfolgte ebenfalls über die Regierung von Mittelfranken. Da die Veranstaltung bald überbucht war, wurde eine inhaltsgleiche Wiederholungsveranstaltung angeboten.

4.2.3. Lokale Fortbildungsveranstaltungen

Auf lokaler Ebene wurde für das staatliche Schulamt in der Stadt Schwabach eine halbtägige Fortbildungsveranstaltung sowie am GDCh-Lehrerfortbildungszentrums der Universität Erlangen-Nürnberg Seminartage für Hauptschulseminare durchgeführt. Da ein Überblick von einfachen Experimenten aus verschiedenen Jahrgangsstufen geliefert werden sollte, wurde als verbindender Rahmen die Durchführbarkeit der Experimente mit im Supermarkt zu erhaltenden Stoffen gewählt.

Die Organisation der Fortbildungsveranstaltung erfolgte durch das staatliche Schulamt in der Stadt Schwabach, Ort der Fortbildung war die Grund- und Hauptschule Rednitzhembach.
Die Fortbildung wurde für Hauptschullehrkräfte aus den Schulamtsbezirken Schwabach und Roth ausgeschrieben. Angemeldet waren zu dieser Veranstaltung 25 Teilnehmer, anwesend waren 13 Teilnehmer.

Seminartag für Lehramtsanwärter „Chemie-Experimente im PCB-Unterricht“ wurde am GDCh-Lehrerfortbildungszentrums der Universität Erlangen-Nürnberg organisiert und durchgeführt.

4.2.4. Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden an zwei Hauptschulen schulinterne Lehrerfortbildungen durchgeführt:

- Volksschule Nürnberg, Hauptschule Herriedener Straße
- Eichendorffschule Erlangen (Hauptschule)

Da die individuellen Bedingungen an den betreffenden Schulen für die Planung und Durchführung schulinterner Fortbildungen von entscheidender Bedeutung sind[1], werden diese jeweils zunächst kurz vorgestellt.

Schulinterne Fortbildung an der Volksschule Nürnberg, Hauptschule Herriedener Straße 29

Die Hauptschule Herriedener Straße 29 ist eine große Hauptschule mit ca. 650 Schülern im Süden von Nürnberg. Es existiert ein durchgängiger M-Zug, der in der 10. Klasse in der Regel mit zwei Klassen geführt wird. Das Schülerklientel ist typisch für eine städtische Hauptschule, der zum Teil problematische soziale Hintergrund der Schülerinnen und Schüler erfordert neben der Vermittlung von Wissen und Kompetenzen in hohem Maße ein erzieherisches Wirken der Lehrkräfte.

Die durchgeführte Fortbildungsveranstaltung war Teil eines Projekts im Rahmen von Schulentwicklung an der Hauptschule Herriedener Straße 29, das zum Ziel hatte, die naturwissenschaftlichen Kompetenzen sowohl der Lehrkräfte, als auch der Schüler zu fördern. Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen im Bereich der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie durchzuführen, war ein integraler Bestandteil des oben vorgestellten Schulprojekts, um naturwissenschaftliche Kompetenzen bei der Lehrkräften zu fördern. Das Thema der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Veranstaltung lautete: *„Klassiker und Neuheiten“ – Experimente in der Fächergruppe PCB*. Bei dieser Fortbildungsveranstaltung sollten Neuanschaffungen der PCB-Sammlung vorgestellt und Anregungen zur Durchführung von Demonstrations- und Schülerexperimenten gegeben werden.

[1] Vergleiche Kapitel 2.3

Gemeinsam mit interessierten Kollegen wurden für diese Fortbildungsveranstaltung folgende Ziele festgelegt:

- Kennen lernen neuer Lehr- und Lernmaterialien
- Beachtung aktueller Sicherheitsrichtlinien und Entsorgungsvorschriften
- Verbesserung der Kooperation im Kollegium
- Kennen lernen eines Angebots der „Arbeitsgemeinschaft Experimentieren“ zur Unterstützung von Lehrkräften bei der Vor- und Nachbereitung

Schulinterne Fortbildungen an der Eichendorfschule Erlangen

Die Eichendorffschule Erlangen (Hauptschule) liegt im Stadtteil Bruck, der von den sozialen Gegebenheiten her als nicht ganz unproblematisch zu bezeichnen ist. Erlangen ist eine Stadt, die vor allem durch die Firma Siemens als großen Arbeitgeber sowie durch die Friedrich-Alexander-Universität geprägt ist. Auf Grund dieser Gegebenheiten ist der Anteil der Einwohner mit hohen Bildungsabschlüssen sehr groß, was sich auch in der Struktur der Schullandschaft widerspiegelt. Neun Gymnasien sowie zwei Realschulen und eine Wirtschaftsschule stehen drei Hauptschulen gegenüber. Umso wichtiger ist es, deutlich zu machen, dass die Hauptschule als weiterführende Schule mit der Möglichkeit zum mittleren Bildungsabschluss eine echte Alternative zu Realschule und Gymnasium darstellt.
Viele Schüler können nur mit den an der Hauptschule gegebenen Besonderheiten, wie zum Beispiel dem Klassenlehrerprinzip oder diversen Zusatzangeboten bzw. Differenzierungsmaßnahmen entsprechend gefördert und zum Lernen motiviert werden. Im Zentrum der Schulentwicklung an der Eichendorffschule steht deshalb die Vorgabe, dass erfolgreiches Lernen und Lehren nur dann gewährleistet ist, wenn die Schule ein Ort ist, an dem sich Schüler und Lehrer wohlfühlen (können).

Dieses Ziel soll durch Bemühungen aus verschiedenen Richtungen erreicht werden:

- Verbesserung des „Schulklimas“
- Verschönerung von Schulhaus und Schulhof
- Durchführung von Projekten und Festen
- Möglichst individuelle Förderung aller Schüler
- Verbesserung der Kommunikation und Kooperation unter allen Beteiligten
- Unterrichtsentwicklung hin zu konstruktivistischem Lernen

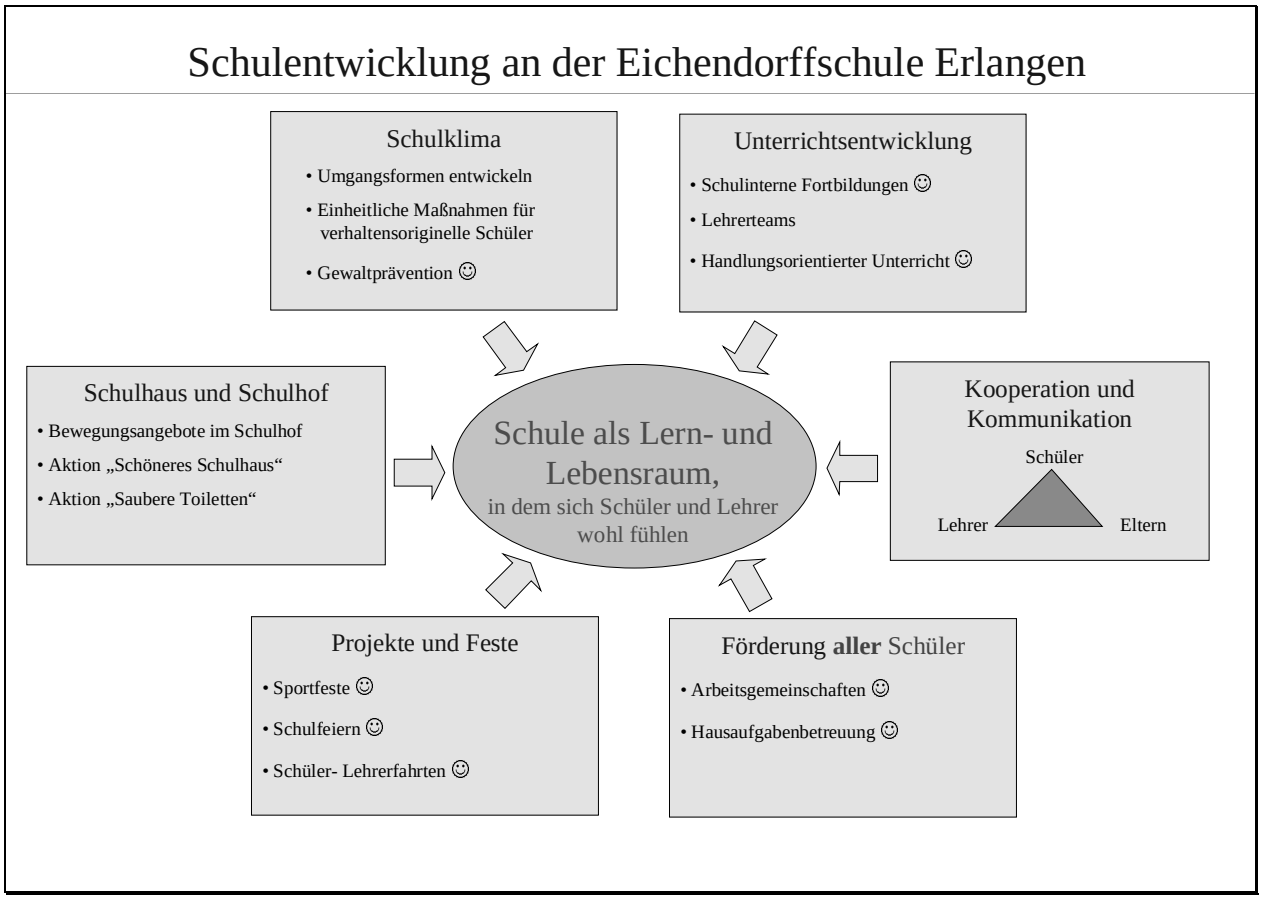


Abbildung 4.1: Schulentwicklung an der Eichendorffschule Erlangen

Die Anregung, im Rahmen der Unterrichtsentwicklung als einem Teilbereich des Schulentwicklungsprozesses eine schulinterne Fortbildungsveranstaltung im Bereich Chemie der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie durchzuführen, wurde von etlichen Kollegen begrüßt. Mit Hilfe einer kleinen Umfrage[2] sowie informeller Gespräche im Kollegium wurde die Interessens- bzw. Ausgangslage der Kolleginnen und Kollegen zu folgenden Punkten geklärt:

- Termin
- Inhalte
- Methodik
- Vorkenntnisse im Bereich Chemie / Experimentieren
- Wünsche und Anregungen

[2] siehe Anhang 10.1.

In einer vorbereitenden Besprechung mit den interessierten Kollegen wurden für eine erste Veranstaltung folgende Ziele festgelegt:

- Erwerb grundlegender Experimentalkompetenz.
- Kennen lernen von Sicherheitsrichtlinien und Entsorgungsvorschriften.
- Kennen lernen einfacher und mit einfachen Mitteln durchzuführender Experimente.
- Verbesserung der Kooperation im Kollegium.

Als Thema der Veranstaltung wurde „Chemie-Experimente mit Supermarkt-produkten“ gewählt. Diese Thematik bildete einen passenden Rahmen für die ausgewählten Ziele dieser einführenden Veranstaltung. Wie bereits oben angedeutet, ergab sich eine weitere Veranstaltung auf Anregung aus dem Kollegium. In der Nachbesprechung der schulinternen Fortbildung „Chemie-Experimente mit Supermarktprodukten“ wurde von einigen Kollegen der Wunsch geäußert, im Rahmen einer Fortbildung gemeinsam Experimentierboxen[3], wie sie vom Referenten vorgestellt worden waren, zusammenzustellen. Dieser Vorschlag wurde sehr gerne aufgegriffen, erfüllt er doch in idealer Weise Kriterien, die an schulinterne Fortbildungen gestellt werden[4]:

- Berücksichtigung der Arbeitsplatzsituation
- Verständigung über Ziele, Inhalte, Themen, Methoden, Medien und Materialien
- Freiwilligkeit und selbstbestimmtes Arbeiten
- Kontinuität und Längerfristigkeit der kollegialen Zusammenarbeit
- Ausrichtung auf Kompromiss und Konsens, auf Hilfe zur Selbsthilfe, auf Kontakt und Integration

So erfolgte auch die Planung dieser weiteren Veranstaltung zusammen mit den Kolleginnen und Kollegen. Als gemeinsam formulierte Ziele können genannt werden:

- Zusammenstellung von Experimentierboxen
- Vertraut werden mit den entsprechenden Experimenten
- Erarbeitung eines Konzepts zur Pflege der Boxen
- Erarbeitung eines didaktischen Konzepts zu den Experimentierboxen

[3] zur Problematik von Experimentierboxen vergleiche Abschnitt 2.2.5, S. 59
[4] vgl. MILLER 1995, S. 36.

4.3. Exemplarische Darstellung durchgeführter Fortbildungsveranstaltungen

An dieser Stelle soll exemplarisch der Verlauf von 2 Fortbildungsveranstaltungen beschrieben werden. Auf Grund des unterschiedlichen zeitlichen Rahmens und des damit verknüpften unterschiedlichen Programms wurde eine ganztägige Veranstaltung sowie eine halbtägige Veranstaltung ausgewählt:

- Ganztägig:
  Chemie-Experimente im PCB-Unterricht: Oxidation und Verbrennung
- Halbtägig:
  Seminartag für Hauptschulseminare: Chemie-Experimente im PCB-Unterricht

4.3.1. Ganztägige Fortbildungsveranstaltung: Chemie-Experimente im PCB-Unterricht: Oxidation und Verbrennung

Organisation

Diese Fortbildungsveranstaltung wurde für den 03.Dezember 2003 angeboten. Die Ausschreibung wurde im Internet auf der Homepage des GDCh-Lehrerfortbildungszentrums der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg sowie in der Oktober-Ausgabe des Mittelfränkischen Schulanzeiger der Regierung von Mittelfranken veröffentlicht. Zusätzlich wurde die Veranstaltung vom Staatlichen Schulamt in der Stadt Nürnberg in dessen Fortbildungsprogramm aufgenommen und an den Nürnberger Hauptschulen bekannt gemacht. Die Anmeldungen der Teilnehmer erfolgten in der Mehrzahl per e-Mail, gefolgt von telefonischer Anmeldung sowie Anmeldung per Telefax. Die maximale Teilnehmerzahl wurde auf 18 Teilnehmer festgelegt. Da die Veranstaltung relativ bald ausgebucht war, wurde eine Wiederholungsveranstaltung am 04. Dezember 2003 angesetzt.

Teilnehmerkreis

An diesen beiden Veranstaltungen nahmen insgesamt 34 Kollegen, zum überwiegenden Teil Hauptschullehrer aus dem Regierungsbezirk Mittelfranken teil.

Programm

9.00 Uhr	Begrüßung
anschl.	*Prof. Dr. Peter Pfeifer:* Feuer und Flamme – Vom Phänomen zum chemischen Grundverständnis über Oxidationsreaktionen und ihre Anwendung
9.30 Uhr	*Ulrich Barth:* Experimentiertechnik und Sicherheit – aufgezeigt anhand der Darstellung von Sauerstoff aus Wasserstoffperoxid
10.00 Uhr	Kaffeepause
10.30 Uhr	Demonstrationsexperimente: Die Teilnehmer bereiten in Kleingruppen je ein Demonstrationsexperiment vor und demonstrieren dieses anschließend im Plenum
12.00 Uhr	Mittagspause
13.30 Uhr	*Ulrich Barth:* Hinweise zu Schülerexperimenten
14.00 Uhr	Schülerexperimente: Experimentierzirkel
15.30 Uhr	Reflexion
16.00 Uhr	Ende der Veranstaltung

Verlauf

Ausgehend von der historischen Entwicklung des Oxidationsbegriffes entwickelte zunächst Herr Prof. Dr. Peter Pfeifer unter Einbeziehung didaktischer Überlegungen mit Blick auf die Hauptschule die Zusammenhänge der Begriffe Verbrennung, Oxidation und Reduktion nach heutigem Verständnis. Mehrere Experimente veranschaulichten die Ausführungen von Prof. Pfeifer und verdeutlichten den Teilnehmern so die Vorzüge des Experimentierens durch eigene Erfahrung.

Im weiteren Verlauf der Veranstaltung zeigte Herr Ulrich Barth anhand der Darstellung von Sauerstoff aus Wasserstoffperoxid wichtige Experimentiertechniken sowie Sicherheitsrichtlinien auf. Schritt für Schritt wurde der Versuch vor den Augen der Teilnehmer aufgebaut und anschließend durchgeführt. Die jeweilige Funktion der

Geräte sowie die Bedeutung der Vorgehensweise aus experimenteller, sicherheitstechnischer und didaktischer Sicht wurde erläutert. Vor der Kaffeepause fanden sich die Teilnehmer noch zu sechs Kleingruppen zusammen und hatten die Möglichkeit sich den Demonstrationsversuch auszuwählen, den sie anschließend bearbeiten wollten.

Die Kaffeepause, bei der sich die Teilnehmer auch mit Gebäck stärken konnten, wurde von den Lehrerinnen und Lehrern sehr gerne zu einem regen Gedanken- und Erfahrungsaustausch genutzt. Thematisiert wurde neben aktuellen schulpolitischen Entwicklungen vor allem die Möglichkeiten des Experimentierens an der einzelnen Schule. Nach der Kaffeepause bereiteten die Teilnehmer mit Hilfe des ausgegebenen Skripts in Zweiergruppen folgende Demonstrationsexperimente zu Lehrplaninhalten der 7. Jahrgansstufe vor:

1. Verbrennung in reinem Sauerstoff
2. Verbrennung von Metallen
3. Bildung von Zinksulfid
4. Wasserzersetzung und Knallgasreaktion
5. Brennstoffzelle
6. Explosion eines Benzin-Luft-Gemisches

Diese Experimente wurden im Anschluss von den jeweiligen Teilnehmern dem Plenum vorgestellt und der chemische Hintergrund diskutiert. Dieses methodische Vorgehen stieß bei den Teilnehmern auf eindeutig positive Resonanz. Als Vorzüge dieser methodischen Variante wurden von den Teilnehmern genannt:

- Durchdringung der chemischen Vorgänge
- Kennen lernen relativ vieler Versuche in kurzer Zeit
- Möglichkeit der Diskussion von Fragen oder Problemen bei der Durchführung
- Verknüpfung von Theorie und Praxis
- Mitgestaltungsmöglichkeit durch die Teilnehmer
- Demonstrationsexperimente werden durch die Teilnehmer **demonstriert**

Von einigen Teilnehmern wurde der Wunsch geäußert, die vorgestellten Experimente noch selbst ausprobieren zu können. Dies wäre sicherlich von unbestreitbarem Vorteil, konnte jedoch aus zeitlichen Gründen bei dieser Fortbildungsveranstaltung nicht realisiert werden.
Das praktische Arbeiten verlief in einer sehr lockeren und ungezwungenen Atmosphäre. Die Teilnehmer standen sich gegenseitig mit Rat und Tat zur Seite, auftretende Probleme wurden oftmals auch ohne den Kursleiter gelöst, so dass diese Phase als eine sehr gelungene Form von Teamarbeit betrachtet werden kann. Nach dem Aufräumen der Laborplätze nahmen die meisten Teilnehmer die Möglichkeit wahr, in der Mensa der Erziehungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen –Nürnberg zu Mittag zu essen.

Das Nachmittagsprogramm wurde mit einigen Hinweisen von Herrn Ulrich Barth zu Schülerexperimenten eingeleitet. Dabei ging es zum einen um organisatorische Dinge, die bei der Durchführung von Schülerexperimenten beachtet werden müssen, zum anderen wurden nochmals Chancen aber auch Grenzen von Schülerexperimenten diskutiert. Von den Teilnehmern wurde geäußert, dass sie durchaus die Vorzüge von Schülerexperimenten kennen und anerkennen, sich jedoch auf Grund der äußeren Bedingungen oftmals nicht in der Lage sehen, Schülerexperimente durchführen zu lassen. Den Lehrerinnen und Lehrern waren jedoch durchaus auch die Vorzüge bewusst, die Schülerexperimente bieten. Außerdem wurden Möglichkeiten diskutiert, wie den Hinderungsgründen entgegengewirkt werden könnte:

- innere und äußere Differenzierungsmaßnahmen
- Stellenwert des naturwissenschaftl. Unterrichts bei der Schulleitung verbessern
- Kooperation im Kollegium bei der Vorbereitung von Experimenten
- Kopiervorlagen für Schülerversuchsanleitungen
- Mut zur Lücke bei der Erfüllung der Lehrplanvorgaben
- Vorbereitung der Schüler auf Teamarbeit im täglichen Unterricht
- Fortbildung von Lehrkräften (regional, schulhausintern)
- Kooperation als ein Ziel der inneren Schulentwicklung

Als Experimente des Nachmittagspraktikums waren zum Schülerexperiment geeignete Versuche zu Lehrplaninhalten der 7. Jahrgangsstufe (Oxidation und Verbrennung) ausgewählt worden. Diese Experimente wurden von den Teilnehmern in den Gruppen aus dem Vormittagspraktikum vorbereitet und getestet. Anschließend führten alle Gruppen die Experimente in Form eines Experimentierzirkels durch. Folgende 6 Stationen wurden dabei durchlaufen:

1. Sauerstoff als Reaktionspartner; Glimmspanprobe
2. Kohlenstoffdioxid als Reaktionsprodukt; Kalkwasserprobe
3. Untersuchung der Kerzenflamme
4. Verbrennung mit Katalysator
5. Rosten von Eisen
6. Oxidation und Reduktion von Kupfer

Die Experimente wurden von den interessierten Teilnehmern motiviert durchgeführt. Auftretende Fragen bzw. Probleme bei der Durchführung konnten von der Kursleitung sowie anderen Teilnehmern geklärt bzw. behoben werden. Nach Beendigung des Experimentierzirkels wurden die Laborplätze von den Teilnehmern aufgeräumt und in vorbildlich sauberem Zustand hinterlassen. Die Reflexion der Fortbildung bildete den Ausklang der Veranstaltung. Nachdem die Teilnehmer schriftlich Fragen zur Evaluation beantwortet hatten, entwickelte sich noch ein kurzes Gespräch zum Gelingen der Fortbildung. Folgende Punkte wurden als besonders gelungen herausgestellt:

1. Angenehme Atmosphäre bei der Fortbildung
2. Eigenes Experimentieren als Schwerpunkt der Fortbildung
3. Begleitmaterial direkt im Unterricht einsetzbar

Während von einer Teilnehmerin eine verstärkte Vermittlung von chemischem Hintergrundwissen zu den einzelnen Versuchen gewünscht wurde, merkte ein anderer Teilnehmer an, dass die theoretischen Ausführungen für seinen Bedarf zu ausführlich gewesen seien. Außerdem wurde diskutiert, ob nicht bei der Vorstellung der Demonstrationsexperimente am Vormittag eine umfangreichere Erklärung der Zusammenhänge durch den Kursleiter (an Stelle bzw. als Ergänzung zu den Ausführungen der Teilnehmer) gewinnbringend gewesen wäre.

Als Grund dafür wurde der Kompetenzvorsprung des Kursleiters als förderliches Element für die Transparenz von Erläuterungen genannt. Andererseits wurde ja gerade diese Methode gewählt, um

1. den Teilnehmern eine Mitgestaltungsmöglichkeit bei der Veranstaltung zu geben, und sie dadurch nochmals vermehrt in die Rolle eines aktiv Gestaltenden zu bringen, und
2. ihnen Gelegenheit zu geben, das Demonstrieren von Experimenten und das gleichzeitige Erklären von mit dem Experiment in Zusammenhang stehenden Sachverhalten auszuprobieren bzw. einzuüben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Fortbildungsveranstaltung von den Teilnehmern als gelungen angesehen, bzw. als konkrete Hilfe für den zukünftigen PCB-Unterricht eingestuft wurde.

4.3.2. Halbtägige Fortbildungsveranstaltung: Seminartag für Hauptschulseminare; Chemie-Experimente im PCB-Unterricht

Organisation

Die Ausschreibung dieser Veranstaltung erfolgte per eMail über den für die Seminararbeit zuständigen Schulrat an der Regierung für Mittelfranken. Dieser leitete die Ausschreibung an die Seminarleiter weiter, die sich mit ihrem Seminar direkt beim Kursleiter anmelden konnten. Im Rahmen dieser Arbeit wurden am GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg drei Seminartage angeboten, am 11.11.2003, am 22.04.2004 sowie am 29.04.2004.

Teilnehmerkreis

An diesen Veranstaltungen nahmen Lehramtsanwärter für das Lehramt an Hauptschulen aus dem Regierungsbezirk Mittelfranken mit ihren Seminarleitern sowie Lehramtsanwärter für das Lehramt an Förderschulen aus dem Regierungsbezirk Mittelfranken mit Ihren Seminarleitern teil. Insgesamt nahmen an den beiden Veranstaltungen 34 Lehramtsanwärter und 5 Seminarleiter teil.

Programm

8.30 Uhr	Begrüßung
anschl.	*Ulrich Barth:*
	• Fachwissenschaftliche Grundlagen
	• Das Experiment im Chemieunterricht der Hauptschule
	• Experimentiertechnik, Sicherheit und Entsorgung
09.30 Uhr	Kaffeepause
10.00 Uhr	Praktikum
	Die Teilnehmer bereiten in Kleingruppen je ein Experiment vor und demonstrieren dieses anschließend im Plenum.
	Anschließend Möglichkeit zum Ausprobieren der Experimente.
12.00 Uhr	Reflexion
12.30 Uhr	Ende der Veranstaltung

Verlauf

Zunächst wurden die Teilnehmer mit ihren Seminarleitern begrüßt und der organisatorische Verlauf der Veranstaltung geklärt. Nach einer kurzen thematischen Einführung durch den Referenten hatten die Lehramtsanwärter Gelegenheit, in Form eines Brainstormings zu artikulieren, was Ihnen bei dem Thema Chemie-Experimente im PCB-Unterricht am Herzen liegt. Die Gedanken wurden stichpunktartig an der Tafel notiert:

- Schüleraktivierung
- Ausstattung der Schule
- Sicherheit
- Erfahrung mit Chemie-Experimenten
- Disziplin der Schüler
- große Klassen
- Aufwand bei der Vorbereitung
- Freude am Experimentieren
- Fachwissen in Chemie

Einige dieser Punkte wurden kurz andiskutiert bzw. der Hinweis gegeben, dass sie Thema im Rahmen der Veranstaltung sind. Anhand von konkreten Beispielen aus dem Unterrichtsalltag wurden die Teilnehmer sodann mit wichtigen Experimentiertechniken sowie Regeln zu Sicherheit und Entsorgung vertraut gemacht.

Hierbei musste ebenso berücksichtigt werden, dass die Teilnehmer über stark unterschiedliche Vorerfahrungen mit dem praktischen Durchführen von Experimenten verfügen, im Extremfall keinerlei Vorerfahrungen vorliegen. Es kam im Anschluss an das Referat zu einem regen Gedanken- und Erfahrungsaustausch, so dass aufgetretene Fragen geklärt, bzw. ergänzende Informationen gegeben werden konnten. Anschließend stellte Herr Barth kurz einige theoretische Grundlagen zu den chemiebezogenen Lehrplaninhalten der Jahrgangsstufen 7 und 8 dar. Da Hauptschullehrkräfte oftmals Chemie unterrichten (müssen) obwohl sie dies nicht studiert haben und aus der eigenen Schulzeit zum Teil nur über sehr fragmentarisches Grundwissen verfügen, setzte die Darlegung der Theorie bei elementaren Grundlagen an und beschränkte sich im Wesentlichen auf die für den Hauptschulstoff wesentlichen Fakten. Dennoch ergaben sich für einige Teilnehmer hier Verständnisschwierigkeiten, die in der Kürze der Zeit auch nicht völlig geklärt werden konnten. Diese kurze theoretische Einführung sollte nicht die Beschäftigung der Teilnehmer mit einschlägiger Literatur ersetzen, sie sollte lediglich das für die Durchführung und Durchdringung der Experimente notwendige Wissen reaktivieren. Nach der Kaffeepause bereiteten die Teilnehmer in Zweiergruppen folgende Experimente zu Lehrplaninhalten der 7. und 8. Jahrgansstufe vor:

1. Glimmspanprobe
2. Entstehung von saurem Regen
3. Kalkwasserprobe
4. Blaukrautindikator
5. Verbrennung mit Katalysator
6. Neutralisation konzentrierter Salzsäure
7. Brennstoffzelle
8. Flammenfärbung durch Salze

Diese Experimente wurden im Anschluss von den jeweiligen Teilnehmern dem Plenum vorgestellt und der chemische Hintergrund diskutiert. Dieses methodische Vorgehen stieß bei den Teilnehmern durchweg auf positive Resonanz, während der Vorstellung der Experimente entwickelte sich ein zwangloses Gespräch zu den Inhalten der Experimente, Alternativen wurden bedacht, Fragen geklärt. Die Lehramtsanwärter experimentierten motiviert und stellten ihre Experimente versiert im Plenum vor. In der Phase des selbsttätigen Experimentierens erwies es sich als durchaus positiv, dass die Teilnehmer zum Teil über sehr unterschiedlich ausgeprägte Vorerfahrungen mit Experimenten und auch über ein sehr unterschiedliches theoretisches Grundwissen im Bereich der Schulchemie verfügten.

Es ergab sich zwanglos, dass Teilnehmer mit entsprechenden experimentellen Vorerfahrungen mit der Vorbereitung ihrer Experimente schneller fertig waren und somit den weniger geübten Kollegen mit Rat und Tat zur Seite stehen konnten und auch standen. Die Reflexion der Fortbildung bildete den Ausklang der Veranstaltung. Nachdem die Teilnehmer schriftlich Fragen zur Evaluation beantwortet hatten, entwickelte sich noch ein kurzes Gespräch zum Gelingen der Fortbildung. Folgende Punkte wurden als besonders gelungen herausgestellt:

- Das Experimentieren hat Spaß gemacht
- Eigenes Experimentieren als Schwerpunkt der Fortbildung
- Einfache Mittel, gute Effekte
- Entspannte Atmosphäre

Insgesamt bewerteten die Lehramtsanwärter die Veranstaltung als konkrete Hilfe für ihren zukünftigen PCB-Unterricht. Die Seminarleiter betonten die Notwendigkeit der Kooperation zwischen der ersten und der zweiten Phase der Ausbildung von Hauptschullehrern und bedankten sich ausdrücklich für die angebotene Veranstaltung.

Zusammenfassung: Realisierung des Fortbildungskonzepts

Das mit Hilfe der Ergebnisse aus der Lehrerbefragung erarbeitete Fortbildungskonzept wurde in den Jahren 2002 bis 2004 auf allen Ebenen der Lehrerfortbildung in Bayern mit insgesamt 22 einzelnen Fortbildungsveranstaltungen realisiert:

- Zentrale Fortbildungsveranstaltungen
- Regionale Fortbildungsveranstaltungen
- Lokale Fortbildungsveranstaltungen
- Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen

Dabei mussten die Besonderheiten bezüglich der jeweiligen organisatorischen Strukturen sowie der jeweiligen spezifischen Zielgruppen berücksichtigt werden. Das Fortbildungskonzept wurde deshalb stets so modifiziert, dass es den jeweiligen Gegebenheiten bezüglich organisatorischen und zeitlichem Rahmen sowie den potentiellen Teilnehmern möglichst gut angepasst war. Dies bezog sich sowohl auf die zentralen Inhalte, als auch auf die methodische Umsetzung der Veranstaltungen.

Beibehalten wurden jedoch stets die essentiellen Vorgaben des Fortbildungskonzepts:

- Vermittlung notwendigen Grundwissens bezüglich Experimentiertechnik, Sicherheit und Entsorgung.
- Stärkung der experimentellen Kompetenz im Mittelpunkt der Veranstaltung
- Hohe Eigenaktivität der Fortbildungsteilnehmer.
- Einfache Experimente, die mit relativ geringem materiellen Aufwand durchzuführen sind.
- Fortbildung als konkrete Hilfestellung für den täglichen Unterricht der Teilnehmer.
- Angenehme Atmosphäre bei der Fortbildung

5. Evaluation des Fortbildungskonzepts

„In der Lehrerfortbildung stimmen die Teilnehmer mit den Füßen ab“[1], der Anklang den eine Veranstaltung gefunden hat, wird sich also, auch ohne spezielle Evaluationsmaßnahmen an dem Teilnehmerinteresse an weiteren, vom betreffenden Referenten bzw. von der betreffenden Fortbildungseinrichtung angebotenen Veranstaltungen ablesen lassen. Sowohl gelungene, als auch in den Augen der Teilnehmer unproduktive Fortbildungsveranstaltungen „sprechen sich unter Kollegen herum“, und beeinflussen somit das zukünftige Fortbildungsverhalten.

Dennoch, oder gerade deswegen, sind Evaluationsmaßnahmen ein wichtiger, unverzichtbarer Bestandteil jeder Fortbildungsveranstaltung. In besonderem Maße gilt dies natürlich für die Entwicklung und Durchführung eines Fortbildungskonzepts, da es von besonderem Interesse ist, ob und wie die geplanten inhaltlichen und methodischen Strukturen von den Fortbildungsteilnehmern aufgenommen und umgesetzt worden sind.

Evaluation meint Bewertung eines Projektes auf Grund bestimmter Wertmaßstäbe u. Kriterien[2]. Mittels jeweils angemessener Evaluationstechniken soll die Effizienz einer Maßnahme gesteigert, der Erfolg kontrolliert werden. „Erfolgskontrolle (oder Evaluation) ist eng mit der Frage verbunden, ob der Transfer des Gelernten in die Praxis gezielt vorbereitet, durchgeführt und umgesetzt wurde“[3]

In der betrieblichen Weiterbildungsevaluation unterscheiden ARNOLD et al. je nach Intention vier idealtypische Evaluierungsansätze[4]:

- Typ I seminarorientierte Evaluation
- Typ II legitimationsorientierte Evaluation
- Typ III transferorientierte Evaluation
- Typ IV entwicklungsorientierte Evaluation

[1] WICKE 2000, S. 112.
[2] vgl. HILLMANN 1994, S. 204
[3] ARNOLD ET AL. 1999, S 179.
[4] vgl. ARNOLD ET AL. 1999, S 179.

Während Typ I und Typ II ihren Schwerpunkt auf die Zufriedenheit der Teilnehmer richten, steht bei den Typen III und IV der langfristige Erfolg einer Weiterbildungsmaßnahme im Vordergrund, wobei der Typ III vor allem die Umsetzung des Gelernten in die Praxis untersucht , Typ IV sich schwerpunktmäßig mit den Auswirkungen der evaluierten Prozesse auf die Unternehmensentwicklung beschäftigt. „In der Praxis findet sich in der Regel eine Mischung der verschiedenen „Typen". Je nach Rahmenbedingungen und Zielen der Unternehmen bzw. Einrichtungen werden Transfer- und Erfolgskontrolle unterschiedlich „gewichtet" und mit verschiedenen Instrumenten überprüft."[5] „Wesentlicher Aspekt der Erfolgskontrolle oder Evaluation – gleich welcher Typ vorliegt – ist auf Dauer die Erfolgssensibilisierung aller Beteiligter auf allen Ebenen des Weiterbildungsprozesses, die Selbstbeobachtung und Selbstbewertung der Beteiligten,"[6]

Je nach Zielsetzung bzw. Teilnehmergruppe stehen verschiedene Diagnoseinstrumente für eine Evaluation zur Verfügung:[7]

- Beobachtung
- Blitzlicht
- Stimmungsbarometer
- Auswertungsgespräch
- Kartenabfrage
- Fragebogen direkt im Anschluss an die Veranstaltung
  - mit offenen Fragen
  - mit geschlossenen Fragen
- Fragebogen nach längerer Zeit
  - mit offenen Fragen
  - mit geschlossenen Fragen

Inhalt dieses 5. Kapitels ist die Planung und Durchführung der Evaluation des Fortbildungskonzepts sowie die Vorstellung der Ergebnisse und deren Interpretation.

[5] ARNOLD ET AL. 1999, S 180
[6] ARNOLD ET AL. 1999, S 184
[7] vgl. WICKE 2000, S. 113ff; BURKHARD & EIKENBUSCH 2000, S. 28; ARNOLD u.a. 1999, S. 183

Dabei setzte sich die gesamte Evaluationsmaßnahme aus drei zeitlich getrennt angewendeten Diagnoseinstrumenten zusammen:

1. Beobachtung während der Fortbildungsveranstaltung
2. Auswertungsgespräch und schriftliche Befragung direkt im Anschluss an die Fortbildungsveranstaltung
3. Schriftliche Befragung nach längerer Zeit

Der Einsatz dreier, zeitlich getrennter Evaluationsinstrumente verspricht, einen möglichst umfassenden Überblick über den Erfolg des Fortbildungskonzepts zu erhalten. Wie bereits weiter oben erwähnt, unterscheiden sich schulinterne Fortbildungen in verschiedenen Punkten deutlich von Fortbildungen auf anderen Ebenen[8]:

- Die Teilnehmer sind sich gut bekannt, gruppendynamische Prozesse sind bereits abgelaufen.
- Die Fortbildung ist oft in einen Schul- bzw. Unterrichtsentwicklungsprozess eingebunden.
- Die Fortbildung findet in der alltäglichen beruflichen Umgebung mit den dort gegebenen Rahmenbedingungen statt.

Diese Besonderheiten müssen nicht nur bei der Planung, sondern auch bei der Evaluation schulinterner Fortbildungen berücksichtigt werden. Eine besondere Situation war bei den schulinternen Fortbildungen insofern gegeben, als der Referent jeweils Teil des Kollegiums war. Der enge Kontakt innerhalb des Kollegiums ermöglichte es über vertrauensvolle Gespräche, die tatsächliche Wirkung der Fortbildung über einen längeren Zeitraum zu verfolgen.

[8] vgl. Abschnitt 2.3.5. , S. 73

5.1. Zielsetzung der Evaluation

Ziel der Evaluationsmaßnahmen sollte es sein, den Erfolg der jeweiligen Fortbildungsmaßnahmen festzustellen. Dabei ist die Zufriedenheit der Fortbildungsteilnehmer mit der besuchten Fortbildung ein wichtiger Indikator. Letztendlich ist das Ziel des Evaluationsprozesses

- die inhaltliche Weiterentwicklung des Fortbildungskonzepts,
- die methodische Weiterentwicklung des Fortbildungskonzepts sowie
- die organisatorische Weiterentwicklung des Fortbildungskonzepts.

Mit Blick auf diese Zielvorgaben wurde versucht, hierfür möglichst geeignete Diagnoseinstrumente zum Einsatz zu bringen.

5.2. Entwicklung der Diagnoseinstrumente

Wie bei jeder empirischen Erhebung, müssen auch die Diagnoseinstrumente einer Evaluation im Vorfeld sorgfältig überlegt und der Zielsetzung entsprechend entwickelt werden. Bei jeder der drei zeitlich getrennt durchgeführten Untersuchungen sind die spezifischen Bedingungen zu berücksichtigen.

Beobachtung während der Fortbildungsveranstaltung

„Beobachtung ist das grundlegende Verfahren der empirisch forschenden Sozialwissenschaften und der Erziehungswissenschaften“[1] Im Gegensatz zu dem ungerichteten *Zuschauen*, der *naiven Beobachtung*, spricht man von *systematischer* oder *wissenschaftlicher Beobachtung* erst dann, wenn mit bestimmten Fragestellungen oder Zielsetzungen beobachtet wird.[2] Die Beobachtung im Rahmen dieser Arbeit wird als nicht standardisierte, teilnehmende, anekdotische Beobachtung[3] durchgeführt. Keinesfalls sollen durch die Beobachtung Informationen zu einzelnen Fortbildungsteilnehmern erhalten werden. Ziel der Beobachtung ist es vielmehr, Aufschlüsse über die Wirkung der während der Fortbildung eingesetzten Methoden sowie der Fortbildungsinhalte auf die Fortbildungsteilnehmer zu erhalten.

[1] ROTH 1978, S. 80
[2] vgl. INGENKAMP 1995, S. 53.
[3] vg. INGENKAMP 1995, S. 57.

Dazu wurden im einzelnen folgende Fragestellungen formuliert:

- Sind die Teilnehmer motiviert, selbst Experimente durchzuführen?
- Wie arbeiten die Teilnehmer in der Gruppe zusammen?
- Unterstützen sich die Teilnehmer gegenseitig beim Experimentieren?
- Bilden sich innerhalb der Gruppe bestimmte Rollen(z.B. Experimentator, Zuschauer) heraus?
- Sind die Versuchsanleitungen verständlich oder benötigen die Teilnehmer zusätzliche Hilfe?
- Wie ist die Atmosphäre während der Fortbildung?
- Wie verläuft die Fortbildung bezüglich der Organisation?

Für die Beobachtung wurde ein entsprechender Beobachtungsbogen entworfen und die Beobachtungen sofort im Anschluss an die Veranstaltung notiert.

Auswertungsgespräch und schriftliche Befragung direkt im Anschluss an die Veranstaltung

Für die Untersuchung direkt im Anschluss an die Veranstaltung wurden zwei Diagnoseinstrumente ausgewählt:

1. Auswertungsgespräch
2. Fragebogen direkt im Anschluss an die Veranstaltung mit offenen und geschlossenen Fragen

Das Auswertungsgespräch erfolgte in einer, durch den Fortbildungsleiter moderierten, wenig gelenkten Gesprächsrunde. Die Fortbildungsteilnehmer sollten hier möglichst ungezwungen untereinander sowie mit den Referenten ins Gespräch kommen. Vom Moderator wurden zu folgenden Themen Gesprächsimpulse gegeben:

- Methodik der Fortbildungsveranstaltung
- Praxisrelevanz
- Auswahl der Experimenten
- Nutzen und Einsatzmöglichkeiten von Experimentierboxen
- Durchführbarkeit von Schülerexperimenten

Der Fragebogen wurde gemäß den bei der Konstruktion von Fragebögen zu beachtenden Richtlinien erstellt[1]. Die Fragen sollten Aufschluss zu folgendenden Punkten ermöglichen:

- Allgemeine Zufriedenheit der Teilnehmer mit der Fortbildungsveranstaltung
- Zufriedenheit der Teilnehmer mit den fachwissenschaftlichen und methodischen Inhalten der Fortbildung
- Zufriedenheit der Teilnehmer mit der methodischen Gestaltung der Fortbildung
- Zufriedenheit der Teilnehmer mit dem schriftlichen Begleitmaterial
- Weiterer Fortbildungsbedarf
- Einstellung der Teilnehmer zum Experimentieren nach Besuch der Fortbildungsveranstaltung

Dazu wurden im ersten Teil des Fragebogens Aussagen zur Fortbildungsveranstaltung formuliert, die von den Teilnehmern mit einer fünfstelligen Skala bewertet werden konnten[2]. Den zweiten Teil des Fragebogens stellten offene Fragen dar. Hier sollten die Teilnehmer notieren, was ihnen an der Fortbildung besonders gut gefallen hat, bzw. was ihnen weniger gut gefallen hat. Hier konnten auch Wünsche und Anregungen geäußert werden.

Schriftliche Befragung nach längerer Zeit

Auch der Fragebogen für die schriftliche Befragung nach längerer Zeit wurde gemäß den bei der Konstruktion von Fragebögen zu beachtenden Richtlinien erstellt. Wichtiges Kriterium war dabei, den Fragebogen möglichst kurz zu halten, um den zeitlichen Aufwand für das Ausfüllen des Fragebogens seitens der Teilnehmer möglichst gering zu halten. Bei dieser Befragung stand die tatsächliche Wirkung der Fortbildungen auf den Unterricht der Teilnehmer im Vordergrund des Interesses:

- Betrachten die Teilnehmer die Fortbildung mit einigem zeitlichen Abstand als Hilfe für den Unterricht?
- Wurden Experimente aus der Fortbildung im Unterricht eingesetzt?

[1] vgl. S. 78
[2] Fragebogen siehe Anhang

5.3. Ergebnisse der Evaluation

Die Ergebnisse der Evaluation werden geordnet nach den jeweils verwendeten Evaluationsinstrumenten vorgestellt.

5.3.1. Teilnehmende Beobachtung während der Fortbildungsveranstaltung

Die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung werden in der Reihenfolge des Beobachtungsbogens präsentiert. Die Beobachtungen stellen eine Zusammenfassung aus den einzelnen Fortbildungsveranstaltungen dar. Besonders auffällige Einzelbeobachtungen wurden bei der Beschreibung der Durchführung der einzelnen Fortbildungsveranstaltungen mit aufgenommen[1].

Sind die Teilnehmer motiviert, selbst Experimente durchzuführen?

Bei den meisten Teilnehmern konnte eine hohe Motivation zur Durchführung von Experimenten festgestellt werden. Im Verlauf der Nachmittagsveranstaltung nahm die Motivation in vielen Fällen etwas ab. Besonders motiviert experimentierten die Lehramtsanwärter, hier wurden bei der Vorstellung der Experimente durch die jeweiligen Arbeitsgruppen auch die meisten Fragen diskutiert.

Wie arbeiten die Teilnehmer in der Gruppe zusammen?

Die Teilnehmer unterstützten sich gegenseitig beim Experimentieren, hier erwiesen sich die unterschiedlichen Voraussetzungen, welche die Teilnehmer mitbrachten, in keiner Weise als Nachteil. Indem die Teilnehmer mit dem größeren Vorwissen bzw. mit den größeren Vorerfahrungen im Experimentieren die weniger geübten Lehrkräfte unterstützten, entwickelte sich innerhalb der Gruppen sehr schnell eine ungezwungene und konstruktive Kommunikation, welche anfängliche Berührungsängste schnell abzubauen half.

[1] vergleiche Abschnitt 4.3. bzw. Anhang Abschnitt 10.4

Bilden sich innerhalb der Gruppe bestimmte Rollen (z.B. Experimentator, Zuschauer) heraus?

Das bei Schülerarbeitsgruppen häufig zu beobachtende Herausbilden von bestimmten Rollen konnte teilweise auch bei der Zusammenarbeit der Fortbildungsteilnehmer festgestellt werden. Gerade Lehrkräfte völlig ohne experimentelle Vorerfahrung überließen das aktive Hantieren zunächst den erfahreneren Kollegen. Im Laufe der Veranstaltung konnten jedoch auch diese zunächst sehr zurückhaltenden Lehrkräfte zu eigenem Experimentieren ermuntert werden.

Sind die Versuchsanleitungen verständlich oder benötigen die Teilnehmer zusätzliche Hilfe?

Im allgemeinen konnten die vorgegebenen Versuchsanleitungen problemlos umgesetzt werden. An einigen Stellen offenbarten sich jedoch Unklarheiten bezüglich der Konzentration bzw. der Menge der einzusetzenden Chemikalien. Hier zeigte sich einmal mehr, wie wichtig eindeutige Mengenangaben in Versuchsbeschreibungen, vor allen für unerfahrene Experimentatoren, sind.

Wie ist die Atmosphäre während der Fortbildung?

Bei den durchgeführten Fortbildungsveranstaltungen konnte ohne Ausnahme eine sehr entspannte, kollegiale aber auch konstruktive Atmosphäre festgestellt werden.

Wie verläuft die Fortbildung bezüglich der Organisation?

Beim organisatorischen Ablauf der Fortbildungsveranstaltungen ergaben sich keine Probleme. Geteilter Meinung waren die Fortbildungsteilnehmer über die ideale Länge der Mittagspause, wobei sich eher eine Tendenz hin zu einer relativ kurzen Mittagspause verbunden mit einem zeitlich vorgezogenen Ende der Veranstaltung abzeichnete.

5.3.2. Auswertungsgespräch direkt im Anschluss an die Fortbildungsveranstaltung

Auch bezüglich des Auswertungsgesprächs erfolgt an dieser Stelle lediglich eine Zusammenfassung der Eindrücke aus den einzelnen Fortbildungsveranstaltungen. Details wurden bei der Beschreibung der Durchführung der einzelnen Fortbildungsveranstaltungen aufgenommen[2].

Das Auswertungsgespräch verlief stets in einer harmonischen und konstruktiven Atmosphäre. Moderiert durch den Leiter der Fortbildungsveranstaltungen hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, ihre Eindrücke, Erfahrungen, Wertungen, sowie Wünsche und Anregungen zu äußern und zu diskutieren. Dabei wurden unterschiedliche Moderationstechniken, wie z.B. die Kartenabfrage eingesetzt.

Folgende Gedanken wurden seitens der Teilnehmer artikuliert:

- Ein hoher Grad der Zufriedenheit mit der besuchten Fortbildungsveranstaltung.
- Zustimmung zu dem hohen Praxisanteil der Fortbildungsveranstaltungen.
- Abbau von Angstgefühlen bezüglich Chemieexperimenten.
- Geteilte Meinung bezüglich des notwendigen Umfangs eines Theorieanteils.
- Wunsch nach weiteren Fortbildungsveranstaltungen im Bereich der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie.
- Lob für die organisatorischen Rahmenbedingungen, wie Zertifikate, Mittagessen bzw. Kaffeepausen.

Die Auswertungsgespräche zeigten durchweg eine hohe Zufriedenheit der Teilnehmer mit der besuchten Veranstaltung.

[2] vergleiche Abschnitt 4.3. bzw. Anhang Abschnitt 10.4

5.3.3. Schriftliche Befragung direkt im Anschluss an die Fortbildungsveranstaltung

Die Präsentation und Interpretation der Ergebnisse der Evaluation erfolgt nicht getrennt nach einzelnen Fortbildungen oder Gruppen von Fortbildungen, da dies aus mehreren Gründen nicht sinnvoll erscheint:

1. Für einzelne Fortbildungen oder Fortbildungsgruppen wird die Stichprobe zu klein.
2. Die einzelnen Fortbildungen wurden nach dem gleichen Grundkonzept durchgeführt.
3. Ein Vergleich der Mittelwerte der einzelnen Fortbildungen sowie Fortbildungsgruppen ergab keine signifikanten Unterschiede.

Im Folgenden werden zunächst die Bewertungen der vorgegebenen Aussagen zu den Fortbildungen wiedergegeben und interpretiert. In einem zweiten Teil folgen die schriftlich geäußerten Anmerkungen der Teilnehmer zur Fortbildung. Diese werden den einzelnen Fortbildungsgruppen zugeordnet, und dort auch einzelne Besonderheiten diskutiert, die bei den entsprechenden Fortbildungen auffielen.

Präsentation und Interpretation der Bewertungen der vorgegebenen Aussagen

Abbildung 5.1 gibt einen Überblick über die vorgegebenen Aussagen sowie die Mittelwerte der Bewertung durch die Fortbildungsteilnehmer. Die Bewertungsskala reichte von 1 = trifft nicht zu bis 5 = trifft völlig zu. Die Interpretation zu den einzelnen Aussagen erfolgt bei der expliziten Darstellung des Antwortverhaltens, an dieser Stelle sollen nur einige besonders auffällige Ergebnisse erwähnt werden:

- Die Aussage „*Die Fortbildung konnte mir direkte Hilfe für meinen PCB-Unterricht bieten*“ erreichte mit 4,73 von die höchste Zustimmung
- Die stärkste Ablehnung erhielt mit 1,18 die Aussage „*Die Fortbildung hat mir wenig gebracht.“*
- Die höchsten Standardabweichungen sind bei den Aussagen 9 „*Vorgefertigte Versuchsanleitungen engen die Schüler beim Experimentieren zu sehr ein*“ sowie 15 „*Ich wäre bereit, am Aufbau eines Boxensystems an meiner Schule mitzuwirken*“ zu verzeichnen.

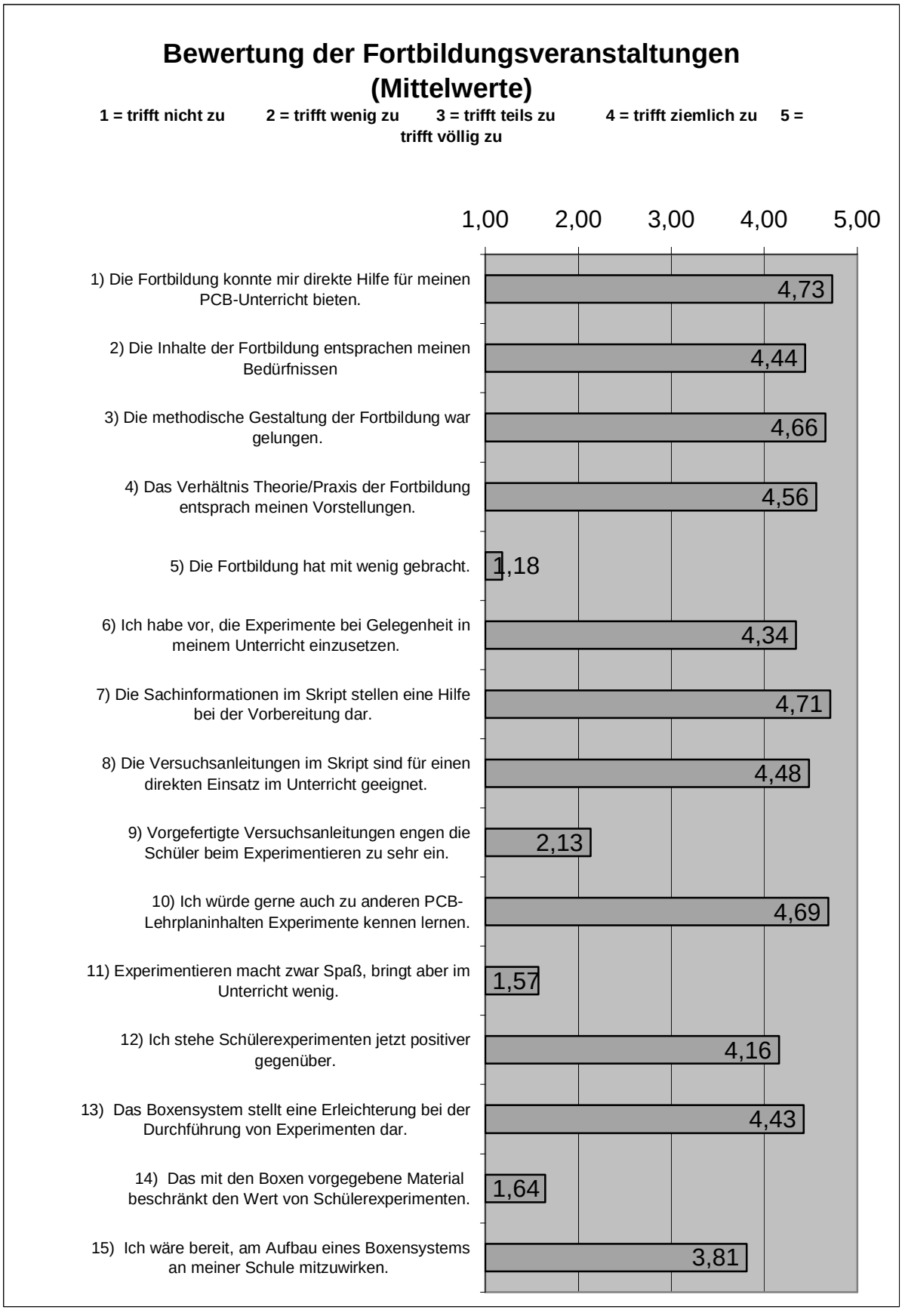

Bewertung der Fortbildungsveranstaltungen (Mittelwerte)
1 = trifft nicht zu
2 = trifft wenig zu
3 = trifft teils zu
4 = trifft ziemlich zu
5 = trifft völlig zu
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
1) Die Fortbildung konnte mir direkte Hilfe für meinen PCB-Unterricht bieten.
4,73
2) Die Inhalte der Fortbildung entsprachen meinen Bedürfnissen
4,44
3) Die methodische Gestaltung der Fortbildung war gelungen.
4,66
4) Das Verhältnis Theorie/Praxis der Fortbildung entsprach meinen Vorstellungen.
4,56
5) Die Fortbildung hat mit wenig gebracht.
1,18
6) Ich habe vor, die Experimente bei Gelegenheit in meinem Unterricht einzusetzen.
4,34
7) Die Sachinformationen im Skript stellen eine Hilfe bei der Vorbereitung dar.
4,71
8) Die Versuchsanleitungen im Skript sind für einen direkten Einsatz im Unterricht geeignet.
4,48
9) Vorgefertigte Versuchsanleitungen engen die Schüler beim Experimentieren zu sehr ein.
2,13
10) Ich würde gerne auch zu anderen PCB-Lehrplaninhalten Experimente kennen lernen.
4,69
11) Experimentieren macht zwar Spaß, bringt aber im Unterricht wenig.
1,57
12) Ich stehe Schülerexperimenten jetzt positiver gegenüber.
4,16
13) Das Boxensystem stellt eine Erleichterung bei der Durchführung von Experimenten dar.
4,43
14) Das mit den Boxen vorgegebene Material beschränkt den Wert von Schülerexperimenten.
1,64
15) Ich wäre bereit, am Aufbau eines Boxensystems an meiner Schule mitzuwirken.
3,81

Abbildung 5.1: Mittelwerte der Aussagen zur Bewertung der Fortbildungen

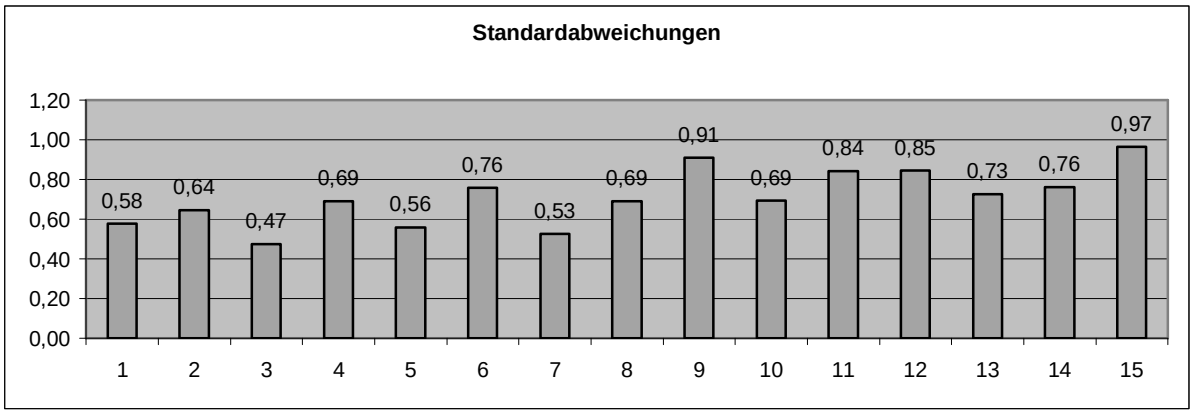


Abbildung 5.2: Standardabweichungen zu Abbildung 5.1

Abbildung 5.2 zeigt die Standardabweichungen zu den entsprechenden Aussagen. Niedrige Werte weisen auf ein vergleichsweise einheitliches Antwortverhalten der Fortbildungsteilnehmer hin, während höhere Werte durch eine entsprechend größere Streuung der Einschätzungen zustande kommen. Im Folgenden wird das Antwortverhalten zu den einzelnen Aussagen explizit dargestellt.

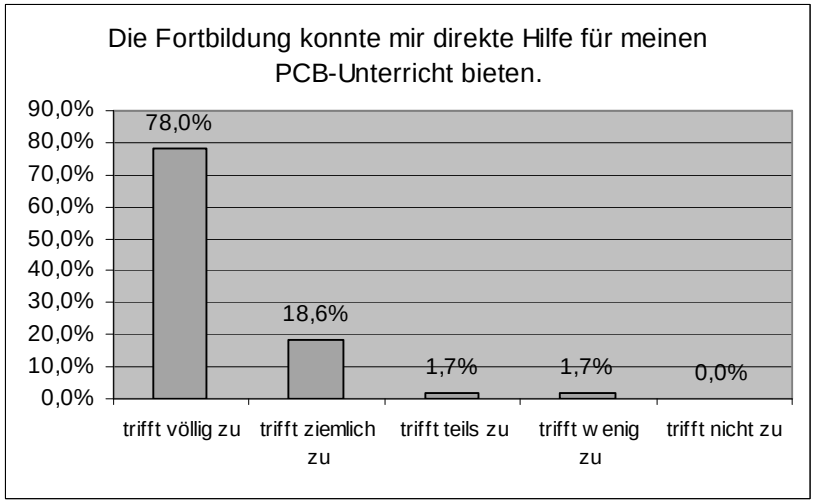


Abbildung 5.3: Aussage 1 (Die Fortbildung konnte mir direkte Hilfe für meinen PCB-Unterricht bieten)

Die Aussage „Die Fortbildung konnte mir direkte Hilfe für meinen Unterricht bieten“ bewerteten 78% der Teilnehmer mit „trifft völlig zu“. Schließt man die Kategorie „trifft ziemlich zu“ mit ein, ergibt sich eine Zustimmung von 96,6 % für diese Aussage, der Mittelwert von 4,73 ist der höchste Wert der Aussagen zur Bewertung der Fortbildungsveranstaltungen. Dieser sehr erfreuliche Wert ist ein guter Indikator für die sehr hohe Zufriedenheit der Teilnehmer mit der besuchten

Fortbildungsveranstaltung, da Lehrkräften die direkte Hilfe für den Unterricht ein sehr wichtiges Kriterium für den Erfolg von Fortbildungsveranstaltungen ist.

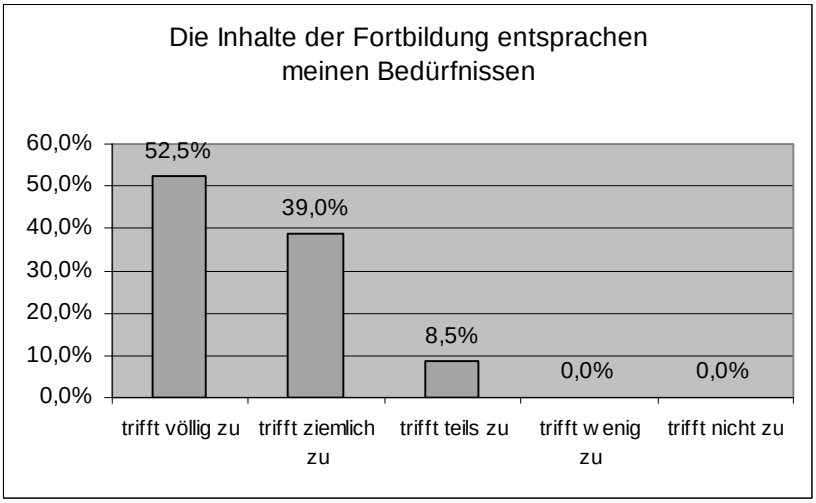


Abbildung 5.4: Aussage 2 (Die Inhalte der Fortbildung entsprachen meinen Bedürfnissen)

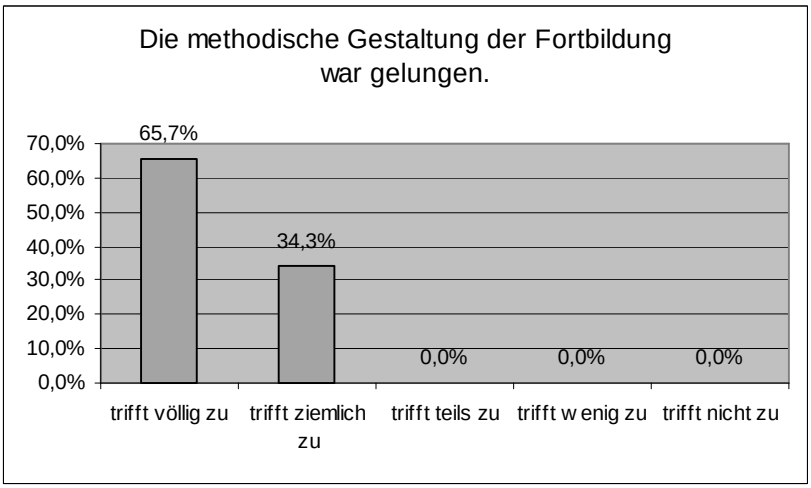


Abbildung 5.5: Aussage 3 (Die methodische Gestaltung der Fortbildung war gelungen)

Eine etwas differenziertere Bewertung ergibt sich bei den Aussagen bezüglich der Inhalte sowie der methodischen Gestaltung der Fortbildung (vgl. Abbildungen 5.4 sowie 5.5). Hinweise zu Entwicklungsmöglichkeiten den Fortbildungskonzepts ergeben sich aus den schriftlichen Anmerkungen der Teilnehmer zu den Fortbildungen sowie aus den Auswertungsgesprächen am Ende der Veranstaltungen. Bezüglich der Inhalte ist ein schwer zu lösendes Problem die Heterogenität des bei den Teilnehmern vorhandenen theoretischen Vorwissens.

Bei der Planung des Fortbildungskonzepts wurde versucht, ein ausgewogenes, weil adressatenbezogenes Verhältnis Theorie/Praxis zu verwirklichen. Auch hier zeigt sich, dass die Vorstellungen der Fortbildungsteilnehmer hier doch recht unterschiedlich sind. Wenn auch die deutliche Mehrheit der Lehrkräfte mit dem Verhältnis Theorie/Praxis durchaus einverstanden war, gab es einen Anteil von 8,5% der Teilnehmer, die sich ein anderes Theorie/Praxis-Verhältnis gewünscht hätten.

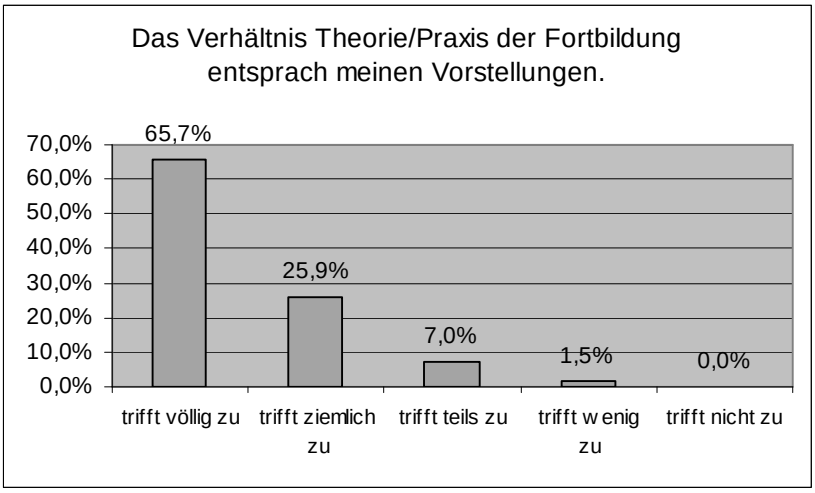


Abbildung 5.6: Aussage 4 (Das Verhältnis Theorie/Praxis der Fortbildung entsprach meinen Vorstellungen.)

Mit der Aussage 5 „Die Fortbildung hat mir wenig gebracht“ hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, ihre Unzufriedenheit mit der besuchten Fortbildung zum Ausdruck zu bringen. Erfreulicherweise bewerteten 88,1% der Teilnehmer diese Aussage mit „trifft nicht zu“, nochmals 7,5% werteten mit „trifft wenig zu“.

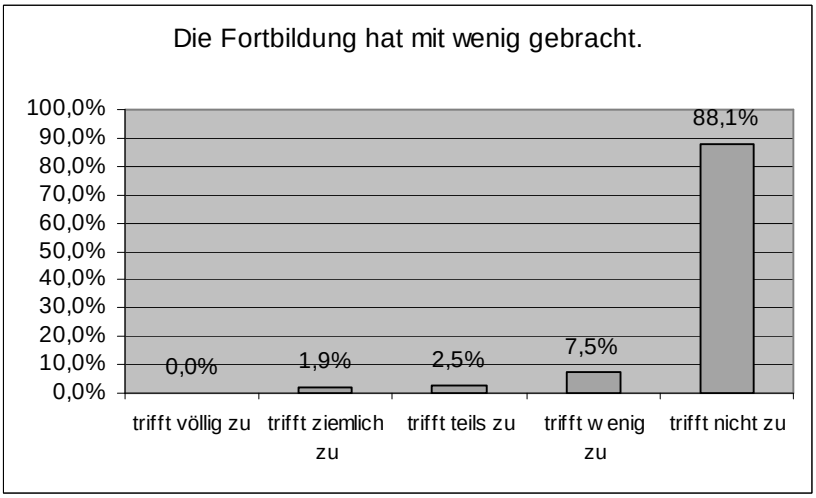


Abbildung 5.7: Aussage 5 (Die Fortbildung hat mir wenig gebracht.)

Die Aussagen 6 bis 9 beziehen sich auf den Einsatz der Fortbildungsinhalte bzw. der Fortbildungsmaterialien im Unterricht. Die Abbildungen 5.8 bis 5.11 zeigen die Ergebnisse der Bewertung dieser 4 Aussagen.

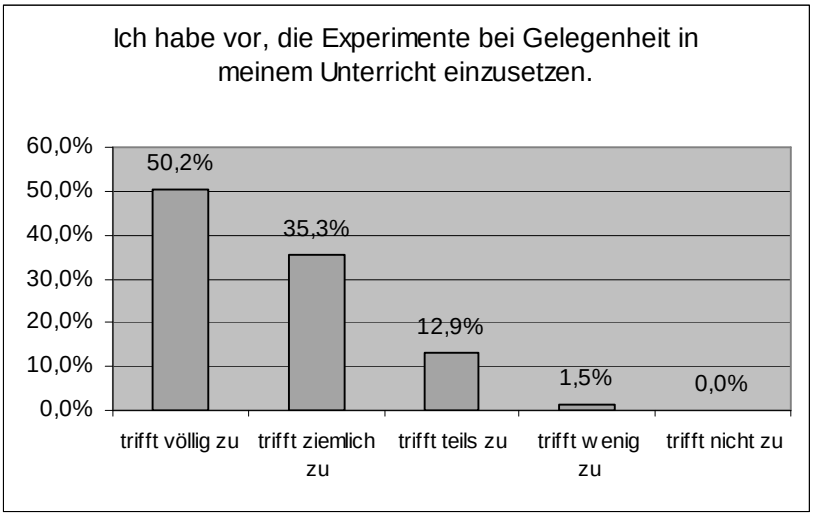


Abbildung 5.8: Aussage 6 (Ich habe vor, die Experimente bei Gelegenheit in meinem Unterricht einzusetzen.)

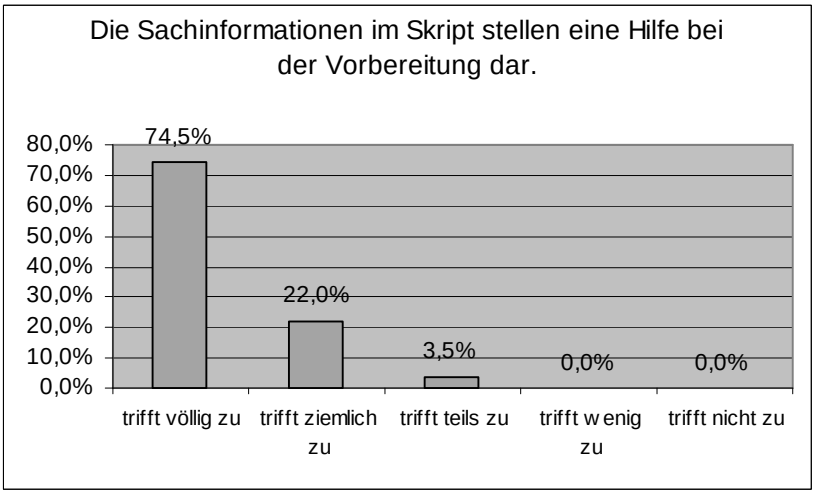


Abbildung 5.9: Aussage 7(Die Sachinformationen im Skript stellen eine Hilfe bei der Vorbereitung dar

Ein jeweils deutlich überwiegender Teil der Teilnehmer plant die Experimente aus der Fortbildung im Unterricht einzusetzen, bzw. sieht in den Sachinformationen im Skript eine Hilfe bei der Vorbereitung des Unterrichts. Auch die Eignung der Versuchsanleitungen im Skript für einen direkten Einsatz im Unterricht wird von über 90% der Teilnehmer mit „völlig zutreffend“ bzw. „ziemlich zutreffend“ beurteilt. Dies ist ein für den Erfolg der Fortbildungsmaßnahmen sehr relevanter Befund, da eine

zentrale Zielsetzung des Fortbildungskonzepts eine direkte Hilfestellung für die Kollegen im täglichen Unterricht ist.

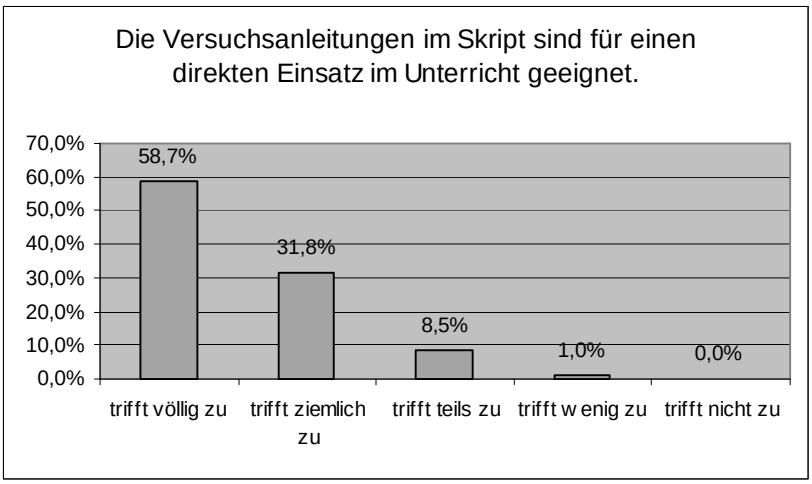


Abbildung 5.10: Aussage 8 (Die Versuchsanleitungen im Skript sind für einen direkten Einsatz im Unterricht geeignet)

Ein etwas anderes Bild ergibt sich bei Aussage 9 „Vorgefertigte Versuchsanleitungen engen die Schüler beim Experimentieren zu sehr ein.“ Sowohl die relativ hohe Standardabweichung von 9,1 als auch das explizit dargestellte Antwortverhalten in Abbildung 5.11 weisen darauf hin, dass die Teilnehmer durchaus für die Problematik vorgefertigter Experimentieranleitungen sensibilisiert werden konnten. So wurden in den Fortbildungsveranstaltungen immer wieder darauf hingewiesen, dass durch ein formales Abarbeiten vorgegebener Versuchsanleitungen der angestrebte Lernerfolg, vor allem im kognitiven Bereich, kaum erreicht werden kann.

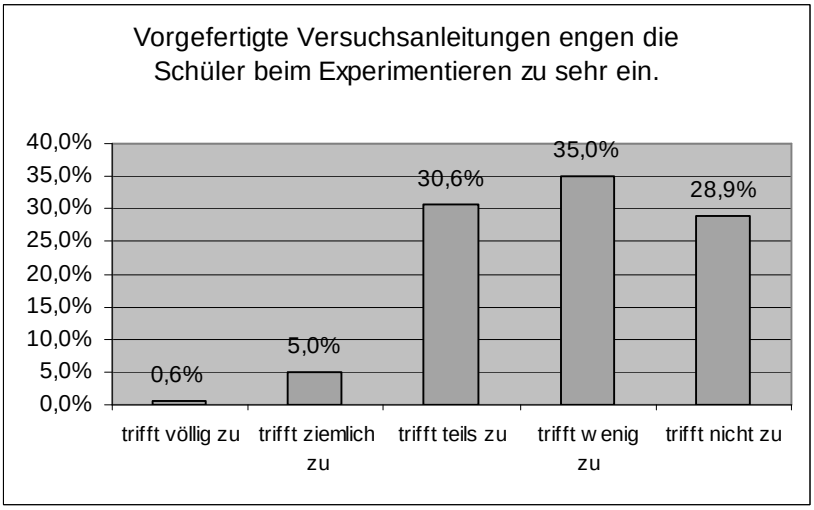


Abbildung 5.11: Aussage 9 (Vorgefertigte Versuchsanleitungen engen die Schüler beim Experimentieren zu sehr ein.)

Immer wieder wurde von den Teilnehmer während der Fortbildungen geäußert, dass sie gerne auch Fortbildungen zu anderen Bereichen des PCB-Unterrichts besuchen würden. Diesen insgesamt hohen Fortbildungsbedarf im Bereich der Fächergruppe PCB belegt auch die Bewertung der Aussage 10 „Ich würde gerne auch zu anderen PCB-Lehrplaninhalten Experimente kennen lernen“. Fast 80% der Fortbildungsteilnehmer bewerteten diese Aussage mit „trifft völlig zu“, was auch nochmals deutlich zeigt, dass die Lehrkräfte dem Experiment in ihrem PCB-Unterricht gerne einen höheren Stellenwert geben würden. Auch Abbildung 5.13 zeigt nochmals deutlich, dass ein großer Anteil der Lehrkräfte Experimente nicht nur als „Spaßfaktor“, sondern als didaktisch wertvollen Unterrichtsbestandteil sieht.

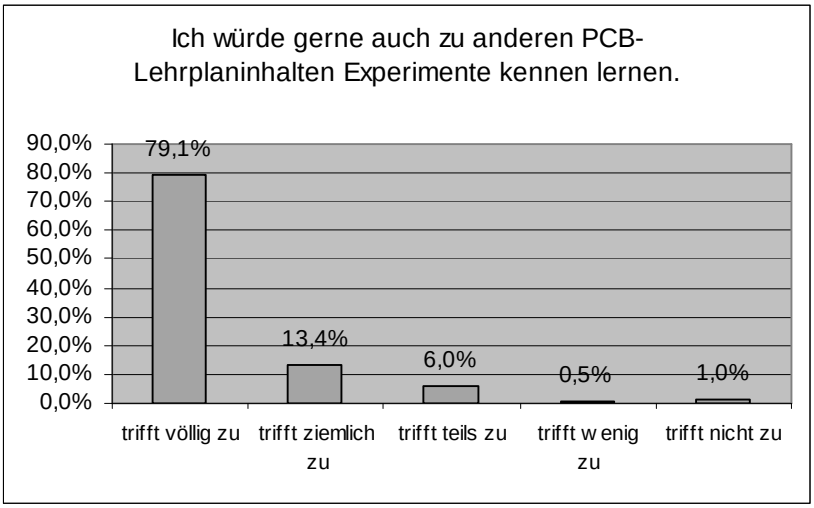


Abbildung 5.12: Aussage 10 (Ich würde gerne auch zu anderen PCB-Lehrplaninhalten Experimente kennen lernen.)

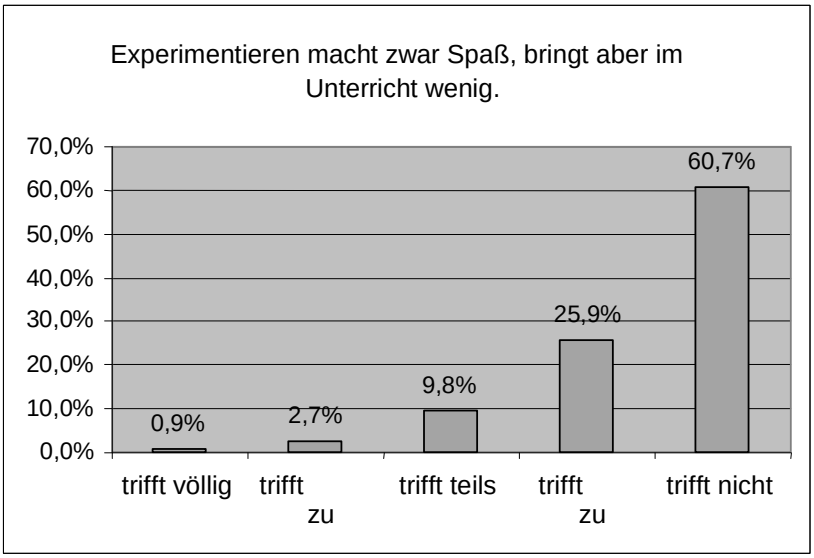


Abbildung 5.13: Aussage 11 (Experimentieren macht zwar Spaß, bringt aber im Unterricht wenig.)

Als problematisch in zweierlei Hinsicht stellte sich die Aussage „Ich stehe Schülerexperimenten im Bereich Säuren, Laugen und Salze jetzt positiver gegenüber“ heraus. Zum einen bezieht sich diese Aussage auf nur eine inhaltlich abgegrenzte Fortbildung, zum anderen ist die Aussage nicht eindeutig zu bewerten. Bei der Formulierung der Aussage wurde übersehen, dass die Teilnehmer mit völlig unterschiedlichen Einstellungen zu „Schülerexperimenten im Bereich Säuren, Laugen und Salze“ zur Fortbildung erscheinen. Hatten sie also bereits eine positive Einstellung zu Schülerexperimenten, können sie diesen nach der Fortbildung nur in sehr begrenztem Umfang „positiver gegenüberstehen“. Das Ergebnis der Bewertung dieser Aussage ist deshalb nur in sehr begrenztem Umfang aussagekräftig, soll der Vollständigkeit halber aber dennoch in Abbildung 5.14 wiedergegeben werden. Auf Grund der oben dargestellten Unstimmigkeiten wurde die Aussage 12 nach zwei Fortbildungen aus dem Fragebogen genommen.

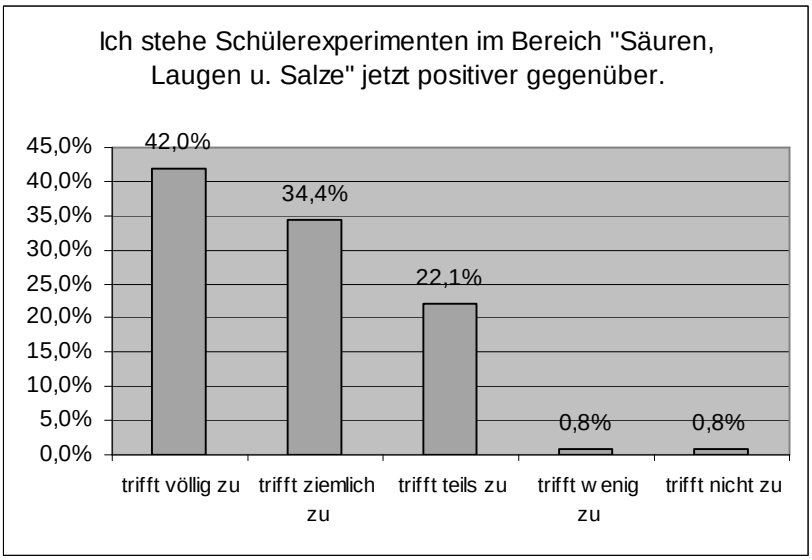


Abbildung 5.14: Aussage 12 (Ich stehe Schülerexperimenten im Bereich „Säuren, Laugen und Salze jetzt positiver gegenüber)

Die Aussagen 13 bis 15 bezogen sich auf das den Teilnehmern im Rahmen der Fortbildung vorgestellte Boxensystem zur Aufbewahrung des Experimentiermaterials für häufig durchgeführte Experimente[3]. Ein recht großer Teil der Fortbildungsteilnehmer sieht in einem Boxensystem eine Erleichterung bei der Vorbereitung von Experimenten.

[3] vergleiche Abschnitt 3.3.2, S. 157f

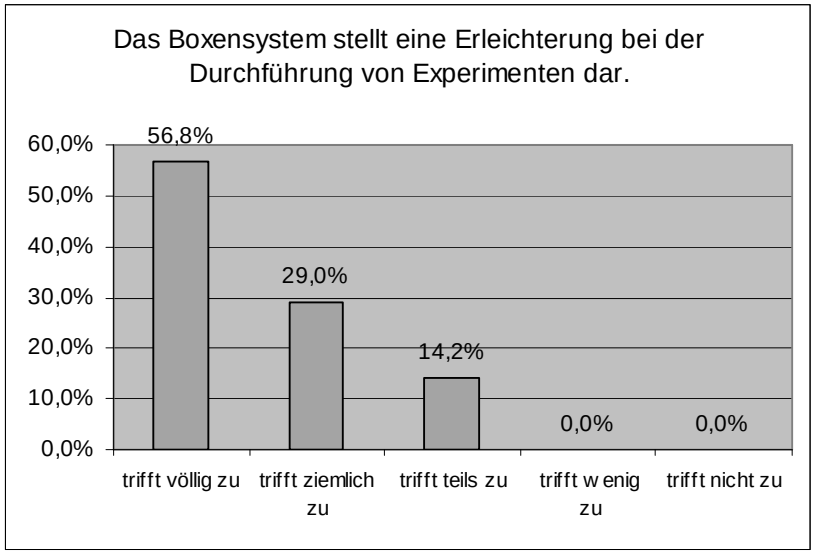


Abbildung 5.15: Aussage 13 (Das Boxensystem stellt eine Erleichterung bei der Durchführung von Experimenten dar.)

Aussage 15 drückt die Bereitschaft der Fortbildungsteilnehmer aus, am Aufbau eines Boxensystems an ihrer Schule mitzuwirken. Es zeigt sich, dass ein nicht zu vernachlässigender Anteil der Lehrkräfte sich nicht aktiv an der Bereitstellung eines Boxensystems beteiligen wollen, obwohl sie ein Boxensystem an ihrer Schule grundsätzlich begrüßen würden (vergleiche Abbildungen 5.15 und 5.16). Dieses Ergebnis stützt die These, dass viele Lehrkräfte an der Hauptschule die Grenze ihrer Belastungsfähigkeit erreicht oder bereits überschritten haben und nicht durch weitere Tätigkeiten belastet werden wollen. Möglich wäre natürlich auch eine Ablehnung auf Grund von didaktischen Bedenken.

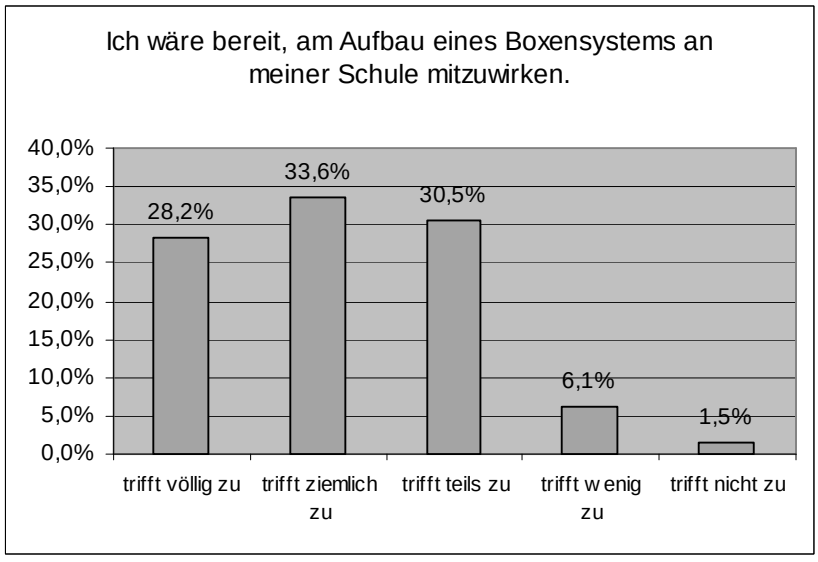


Abbildung 5.16: Aussage 15 (Ich wäre bereit, am Aufbau eines Boxensystems an meiner Schule mitzuwirken.)

Aussage 14 bezieht sich auf die während der Fortbildung thematisierte Diskussion um den didaktisch-pädagogischen Wert von Schülerexperimenten in Abhängigkeit von verschiedenen Varianten der Aufbewahrung bzw. Zusammenstellung des Experimentiermaterials für die Schüler[4]. Wie Abbildung 5.17 zeigt, sieht der überwiegende Teil der Lehrkräfte hier eher weniger Probleme, ca. 13% der Teilnehmer melden in dieser Hinsicht jedoch Bedenken an.

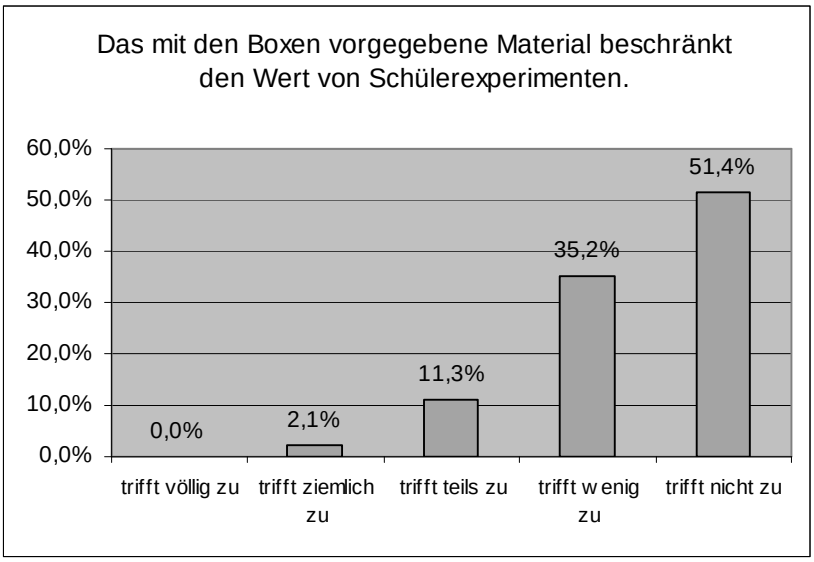


Abbildung 5.17: Aussage 14 (Das mit den Boxen vorgegebene Material beschränkt den Wert von Schülerexperimenten.)

In diesem Zusammenhang soll noch einmal betont werden, dass es aus didaktischer Sicht sicherlich den Idealfall darstellt, wenn die Schüler selbstständig und eigenverantwortlich das sich aus ihrer Planung ergebende Experimentiermaterial zusammenstellen. Es muss jedoch bedacht werden, in welchem Umfang diese Variante an der Hauptschule durchführbar ist. Aus diesem Blickwinkel erscheint es gewinnbringender, die Schüler mit gewissen Hilfestellungen an das Experimentieren heranzuführen, als gänzlich auf Schülerexperimente zu verzichten, weil die Schüler die „Höchstform“ nicht leisten können[5]. Zudem ist zu bedenken, dass das Beharren auf idealtypischem selbstständigem Planen und Experimentieren seitens der Fachdidaktik von denjenigen Lehrkräften als Ausrede missbraucht werden kann, die Schülerexperimenten aus hier nicht zu diskutierenden Gründen ablehnend gegenüberstehen.

[4] vgl. BAUER 1975, S. 156-162; RIDDER 1992, S. 30-33
[5] was auch an der mangelnden naturwissenschaftlichen Ausbildung in der Grundschule liegt.

Schriftliche Anmerkungen der Teilnehmer zu den einzelnen Fortbildungen

Die Präsentation und Diskussion der Anmerkungen der Teilnehmer zu den Fortbildungsveranstaltungen erfolgt in 6 verschiedenen Abschnitten, die sich aus den organisatorischen Rahmenbedingungen ergeben.

1) Fortbildungsveranstaltungen am GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg
2) Fortbildungsveranstaltungen an der ALP Dillingen
3) Fortbildungsveranstaltungen auf Regierungsebene für Lehrer die in M-Klassen unterrichten
4) Fortbildungsveranstaltungen auf Schulamtsebene
5) Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen
6) Seminartage für Anwärter für das Lehramt an Hauptschulen

Die Anmerkungen der Teilnehmer werden, soweit möglich, inhaltlich folgenden Kategorien zugeordnet: Allgemein, Methodik, Experimente / Skript, Atmosphäre / Organisation, Anregungen. Bei 4) Fortbildungen auf Schulamtsebene wird auf Grund eines etwas anderen Fragebogens auf diese Einteilung verzichtet, die Anmerkungen der Teilnehmer werden stattdessen in Anlehnung an den verwendeten Fragebogen in „An dieser Veranstaltung hat mir besonders gut gefallen...“ und „An dieser Veranstaltung hat mit nicht so gut gefallen“ eingeteilt.

1) Fortbildungsveranstaltungen am GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg

<u>Allgemein</u>

- „Ich hätte gerne mehr davon.“
- „Es war einfach toll“
- „Totale Überraschung! Super die Bewirtung sowie die Sach- und Fachkompetenz!“
- „War eine sehr praxisbezogene Fortbildung mit großem Erfahrungszuwachs.“
- „Diese Fortbildung wäre es wert, dass sie „pflichtmäßig“ für PCB-unterrichtende Lehrkräfte angeboten wird.“
- „Schön war´s.“
- „Gelungen. Hat Spaß gemacht.“

Methodik

- „Die Veranstaltung war in höchstem Maße interessant und hilfreich, da Theorie und Praxis gleichermaßen vermittelt wurde. Ein einfaches chemisches Lehrwerk wäre noch wünschenswert (als Nachschlagewerk zum Kauf)."
- „War gut durchstrukturiert und für mich sehr effektiv."
- „Weniger fachwissenschaftliche Erläuterungen, sondern mehr auf didaktischer Ebene zur Vermittlung an die Schüler eingehen, wäre noch fruchtbarer."
- „Gerade die Gestaltung mit Demonstrationsexperimenten, einzelnen Stationen, anderen vorgestellt und auch eigenes Stationenprogramm ist sehr gelungen, da abwechslungsreich und ausgewogen. Der hauptschulgeeignete (Niveau) Theorieteil könnte noch etwas ausgebaut werden."

Experimente / Skript

- „Jetzt traue ich mir eher zu, Schülerversuche durchzuführen! War super!"
- „Ich halte es z. T. sehr schwierig, den Schülern die Hintergründe zu den Versuchen zu erklären. Experiment macht Spaß, aber lernen die Schüler auch immer etwas?"
- „Die Experimente waren sehr schön und ich traue mich jetzt auch, sie im Unterricht durchzuführen und mit meinen Schülern zu machen. Eine sehr gelungene Fortbildungsveranstaltung."
- „Auch bzw. gerade als absoluter PCB-Neuling hat mir diese Fortbildung sehr viel gebracht, v.a. auch irrationale Ängste hinsichtlich des Experimentierens abgebaut. Danke!"

Atmosphäre / Organisation

- „Anmeldeformular hätte mir die Genehmigung beim Schulamt erleichtert."
- „Die Seminarleitung war freundlich, kompetent und unkompliziert."
- „Gelungene Veranstaltung mit guter Organisation."
- „Sehr gute Organisation. Angenehme Atmosphäre und Austausch. Ich würde mir ein Angebot gleichartiger Veranstaltungen zu weiteren Themen, speziell Umweltexperimente, Wasser, ... wünschen."
- „Es war eine sehr gelungene, angenehme Fortbildung mit netter Atmosphäre und toller Verpflegung. Danke!"
- „Prima Atmosphäre und Hilfestellungen, gut auch informelle Gespräche am Rande."

Anregungen

- „Eine weitere Veranstaltung für die 9. Jahrgangsstufe wäre wünschenswert."
- „Etwas mehr theoretischer Hintergrund wäre wünschenswert."
- „Wunsch: Literatur für Anfänger, Internetadressen"
- „Als Nicht-Chemiker wäre für mich der Fachwissenschaftliche Hintergrund (kurz erläutert) wichtig. Evtl. mit Anmerkungen zu Klassenstufe / Lehrplanbezug."

2) Fortbildungsveranstaltungen an der ALP Dillingen

Allgemein

- „Ich unterrichte momentan kein PCB."
- „Es war wunderbar."
- „Prima! Trotz allem muss zunächst auch an den Rahmenbedingungen gearbeitet werden."

Methodik

- „Ein größerer bzw. längerer Praxisteil wäre wünschenswert. Viele Versuche, zu wenig Zeit."
- „Der Stationenbetrieb war frustrierend, weil die Vorgängergruppe ihren Versuchsaufbau nicht abräumte und auch nicht das Zeitlimit einhielt."

Experimente / Skript

- „Die Versuchsanleitungen sind für Schüler zu überfrachtet mit Infos. Kürzere, prägnante Anweisungen wären eventuell auch für die Lehrgangsteilnehmer sinnvoll, da man pro Station mindestens 10 min. benötigt, um sich in die Anleitung einzulesen und mit den vorgegebenen Materialien zurechtzufinden. Danach kann das Experiment erst los gehen."
- „Das Boxensystem ist eine gute Idee, die Durchführung (Mithilfe des Kollegiums) ist fraglich."

Atmosphäre / Organisation

- „Mir waren die Stationenwechsel etwas zu schnell!“
- „Danke für das reichhaltige Skript, damit kann ich sofort im Unterricht arbeiten. Der Freitag Vormittag ist etwas undankbar für den Referenten: zu wenig Zeit. Schade, da alles so durchdacht und sorgfältig vorbereitet war.“
- „Ein größerer bzw. längerer Praxisteil wäre wünschenswert. Viele Versuche, zu wenig Zeit.“
- „Teams des Lehrgangs müssten kooperationsfähiger sein“

Anregungen

- „Ich bräuchte unbedingt mehr Zeit, da mein Vorwissen gleich null ist.“
- „Probleme mit den Boxen sehe ich, wenn mehrere Lehrer und Klassen damit arbeiten, sich aber keiner bis ins Letzte verantwortlich fühlt.“
- „Deutlicher Lehrplanbezug wäre wünschenswert. Deutung, Auslegung, Erklärung einzelner, weniger Versuche für Laien (v.a. im Fach Chemie).“

3) Fortbildungsveranstaltungen auf Regierungsebene für Lehrer die in M-Klassen unterrichten

Allgemein

- „Toll!“
- „Öfters solche Veranstaltungen (auch für Physik/Biologie)“
- „Mehr Fortbildungen dieser Art! Auch für andere Fächer!“
- „Kurzweilig und interessant.“
- „Hat mir sehr gut gefallen, Motivation Versuche durchzuführen, auch in Regelklassen.“

Methodik

- „Die Veranstaltung war sehr praxisorientiert und deshalb sehr gut!“
- „Das Ausprobieren der vielfältigen Schüler/Lehrerversuche empfinde ich als äußerst gelungen. Gut, dass auch etwas für die 10.Klasse dabei war.“
- „Sehr gut: Viel Praxis – wenig Theorie!“

Experimente /Skript

- „Das Boxensystem scheiterte an unserer Schule bereits durch das große „ABER“. (Was, wenn nicht alles wieder sauber eingeräumt wird? Hoher Materialbedarf! Und vielen Dank für Ihre Mühe!“
- „Danke für dieses ausführliche, informative und lehrreiche Skript mit fachwissenschaftlichem Hintergrund. Ich werde meinem Kollegium eine Kopie zur Verfügung stellen.“
- „Tolles Skript – ein Extralob!“
- „Besonders positiv war, dass wir die Versuche selbst unter fachkundiger und freundlicher Anleitung von Herrn Barth durchführen konnten. Das Skript ist toll.“

Anregungen

- „Es wäre bei dieser Veranstaltung noch interessant gewesen, zu allen Versuchen zu erfahren, welche Möglichkeiten bezüglich der qualitativen Vertiefung in M-Klassen bestehen (außer Formelgleichungen). Sonst sehr gute Veranstaltung.“
- „Eine ähnliche Veranstaltung sollte auch in Physik stattfinden!“
- „Riesengroßes Lob! Skript und Durchführung waren prima. Weitere Veranstaltungen dieser Art wären äußerst wünschenswert!“

4) Fortbildungsveranstaltungen auf Schulamtsebene

An dieser Fortbildung hat besonders gut gefallen:

- „Praktische ‚Umsetzung! Materialbereitstellung!“
- „Praxisbezug, Handlungsorientierung, verbindliche Art des Referenten“
- „Neue, zum Teil nicht althergebrachte Experimentier-Ideen.“
- „Dass man selber Versuche durchführen konnte!“
- „Mit wenigen Alltagsmaterialien treffende Vorgänge ausführen zu können, die deutliche Ergebnisse zeigen.“
- „Passte!“[6]
- „Praxis“

An dieser Fortbildung hat mit nicht so gut gefallen:

- „Speichelversuch ist eklig.“

[6] Anm. d. Verf.: Höchste Form des fränkischen Lobs!

5) Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen

Allgemein

- "Sehr gelungene Veranstaltung."
- "Mir hat es vor dem Nachmittag schon gegraust, da ich Chemie immer gehasst habe. Ich war total überrascht, dass Chemie auch Spaß machen kann."

Atmosphäre / Organisation

- „Die Fortbildung war kurzweilig und sehr interessant, gute Präsentation, sehr angenehme Atmosphäre.
- “Gute Atmosphäre (mit Kaffeetrinken inbegriffen).“
- „Der Aufbau der Fortbildung (Theorie und Praxis), die angenehme Atmosphäre sowie die gelungene Pausengestaltung waren sehr positiv“
- „Besonders gut hat mit gefallen: fundierte Kenntnisse des Referenten, Vorbereitung des Versuchsmaterials, Gewichtung Theorie-Praxis, die Pause mit Kaffee und Kuchen.“

Methodik

- "Das praktische Arbeiten hat mir sehr gut gefallen."
- "Es war hilfreich, die Experimente zusammen mit einem Kollegen durchführen zu können, da man sich auf diese Weise gegenseitig unterstützen konnte."
- „Gute Auswahl der Experimente, weil leicht umsetzbar.“
- „Besonders gut hat mir gefallen, fachbezogene Tätigkeiten kennen zu lernen.“

6) Seminartage für Anwärter für das Lehramt an Hauptschulen

Allgemein

- „Vielen Dank.“
- „Weiter so.“
- „Als Nicht-PCBler hat sich mir eine neue Tür geöffnet; Perspektive? Kann ich wenig beurteilen, denn auch im 2. LAA-Jahr werde ich kein PCB unterrichten. Das Ganze bleibt noch einigermaßen weit weg, es fällt schwer, obige Fragen, die die Zukunft betreffen, zu beantworten.“

Methodik

- „Mehr Theorie, ohne Grundwissen kann ich die Bedeutung der Experimente schwer abschätzen."
- „Zu wenig Informationen bezüglich der Entsorgung der Chemikalien, sonst super."
- „Mir persönlich fehlen die Erklärungen, warum was geschieht / sich verändert. Ursachenforschung sozusagen, denn wir haben nur die Wirkung analysiert."
- „Es war interessant, selbst tätig zu werden. Dies gilt sicherlich auch für die Schüler. Die Boxen sind eine gute Idee. Manchmal habe ich mich gefragt, ob die Arbeitsaufträge verständlich genug für Schüler sind."
- „Versuchsaufbauten könnten in den Skripten noch bildlicher dargestellt werden. Skripte etwas übersichtlicher, nicht so textüberladen."

Anregungen

- „Realsituation im Klassenzimmer kann der Rahmen der Fortbildung sein (Tabletts, Organisation)."
- „Es könnten eventuell vorab die verschiedenen Versuche in den Boxen erklärt werden, um sich so die Theorie aneignen zu können. Damit weiß man besser, was und warum man eigentlich in dem Versuch macht und diesen durchführt."

Die Untersuchung der Anmerkungen der Teilnehmer bezüglich Unterschieden bei den verschiedenen organisatorischen Kategorien ergab keine signifikanten Ergebnisse. Während die Beurteilung der vorgegebenen Aussagen zu den Fortbildungen zwar eine Abschätzung der Zufriedenheit der Teilnehmer und damit des Erfolgs der Fortbildungen ermöglichte, konnten hieraus konkrete Ansätze zur Verbesserung des Fortbildungskonzepts erwartungsgemäß eher nicht gewonnen werden.

Jedoch ergeben sich aus den schriftlich notierten Anmerkungen der Teilnehmer sehr interessante und bedenkenswerte Einsichten bzw. Ansätze:

- Die Atmosphäre sowie die sozialen Rahmenbedingungen einer Fortbildungsveranstaltung ist vielen Teilnehmern offenbar sehr wichtig. Dies zeigen die verhältnismäßig häufig gegebenen Rückmeldungen bezüglich Organisation und Atmosphäre der Veranstaltung sowie bezüglich des Stils der Referenten.

- Ein wichtiges Problem stellt das stark unterschiedliche Niveau des theoretischen Grundwissens der Teilnehmer in Chemie dar. Während für viele Teilnehmer der Umfang sowie das Niveau der im Skript und während der Fortbildungsveranstaltung gegebenen theoretischen Informationen passend war, hatten leider auch etliche Teilnehmer Schwierigkeiten, die Experimente in den entsprechenden theoretischen Hintergrund einzuordnen und somit die didaktische Funktion des Experiments zu erfassen. Da ohne ein entsprechendes fachwissenschaftliches Verständnis das Experimentieren zu einem der didaktischen Zielsetzung nicht mehr gerecht werdenden Hantieren degeneriert, sollte hier versucht werden, Verbesserungsmöglichkeiten zu finden. Ein Ansatz könnte die Vermittlung theoretischen Grundlagenwissens im Vorfeld der Veranstaltung sein, wie es beispielsweise bei e-Learnig-Lehrerfortbildungen[7] (mit guter Resonanz) praktiziert wurde. Dies würde allerdings einen erhöhten zeitlichen Einsatz der Teilnehmer parallel zur täglichen Unterrichtsverpflichtung bedeuten.

- Häufig wird der Wunsch nach weiteren Fortbildungen im Bereich Physik/Chemie/Biologie notiert. Dies zeigt zum einen erneut den gewaltigen Fortbildungsbedarf und Fortbildungswillen der Hauptschullehrerinnen und -lehrer im naturwissenschaftlichen Bereich, zum anderen wird deutlich, dass eine einzelne Fortbildung nur in einem relativ engen Rahmen eine Verbesserung der Qualifikation der Lehrkräfte bewirken kann. Möglicherweise kann nur durch ein koordiniertes und flächendeckendes Netzwerk von Hilfestellungen und Fortbildungsangeboten für die Lehrkräfte eine tatsächliche und vor allem nachhaltige Entwicklung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsqualität an den bayerischen Hauptschulen erreicht werden.

[7] Internetbasierte Fortbildung mit Labortag: Metalle (Cu, AL, Ti) im Chemieunterricht; von Prof. Dr. Hans Joachim Bader & Ahmad Aljanazrah, Lehrerfortbildungszentrum Frankfurt.

5.3.4. Schriftliche Befragung nach längerer Zeit

Um Anhaltspunkte zu den langfristigen Wirkungen der durchgeführten Fortbildungen zu erhalten, wurden die Teilnehmer der Fortbildungen am GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg ein halbes bzw. eineinhalb Jahre nach Besuch der Fortbildung befragt. Der Fragebogen[8] wurde sehr kurz gehalten und sollte Anhaltspunkte zu folgenden Fragestellungen liefern, die als ein Maßstab für den tatsächlichen Erfolg einer Fortbildungsveranstaltung angesehen werden können:

- Betrachten die Fortbildungsteilnehmer die besuchten Veranstaltungen - mit einigem zeitlichen Abstand - als eine Hilfe für ihren Unterricht?
- Wurden Experimente aus den Fortbildungen im Unterricht tatsächlich eingesetzt? Wenn ja, welche Experimente wurden eingesetzt?
- Welche Anmerkungen haben die Teilnehmer noch zu den besuchten Veranstaltungen?

Die Fragebögen wurden von den Teilnehmern teils per eMail, teils auf herkömmliche Weise beantwortet. Insgesamt wurden 37 Fragebögen beantwortet. Auf Grund der geringen Stichprobengröße lässt sich nur eine grobe Abschätzung vornehmen.

Die Auswertung der Fragestellung, ob die Teilnehmer die besuchten Fortbildungen – nach einigem zeitlichen Abstand – als eine tatsächliche Hilfe für ihren täglichen Unterricht betrachten, brachte sehr erfreuliche Ergebnisse (vgl. Abbildung 5.18):

88 % der Teilnehmer, die den Fragebogen beantwortet haben, betrachten die besuchte Fortbildung auch nach einigem zeitlichen Abstand als eine Hilfe für ihren Unterricht. Auch wenn diese Zahlen auf Grund der geringen Stichprobengröße sowie anderer möglicher Fehlerquellen[9] mit Vorsicht zu betrachten sind, zeigt sich doch tendenziell, dass die Fortbildung zumindest für einen beträchtlichen Teil der Lehrkräfte hilfreich war.

[8] siehe Anhang, Abschnitt10.1
[9] Beispielsweise könnte ein Fehler darin liegen, dass vor allem diejenigen Teilnehmer den Fragebogen beantwortet haben, welche die Fortbildung als Hilfe für ihren Unterricht sehen.

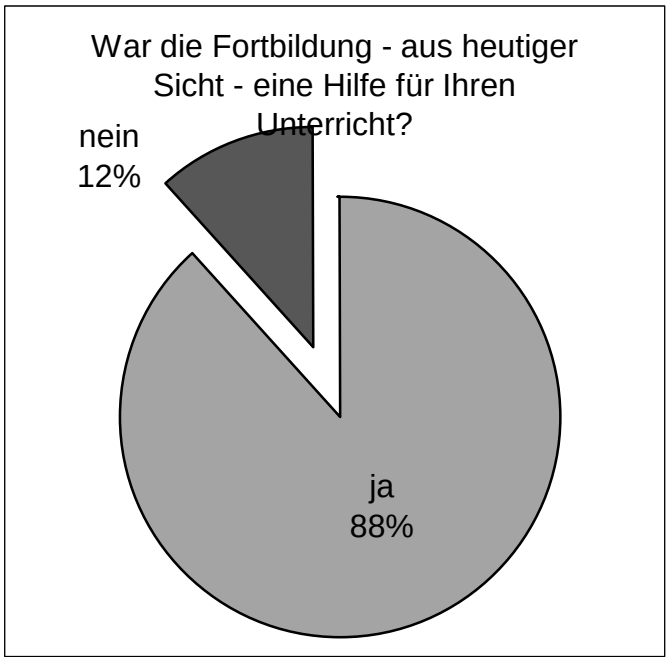


Abbildung 5.18: Bewertung der Fortbildung als Hilfe für den Unterricht

Von Interesse war natürlich auch die Frage, in welchem Umfang die Experimente, welche die Teilnehmer während der Fortbildung kennen gelernt und selbst durchgeführt hatten, dann auch tatsächlich im Unterricht eingesetzt wurden. Dazu musste zunächst abgeklärt werden, welcher Anteil der betreffenden Teilnehmer im Zeitraum nach der Fortbildung P/C/B unterrichtet hatte. Dieser Anteil war mit 76% relativ hoch (vgl. Abbildung 5.19)

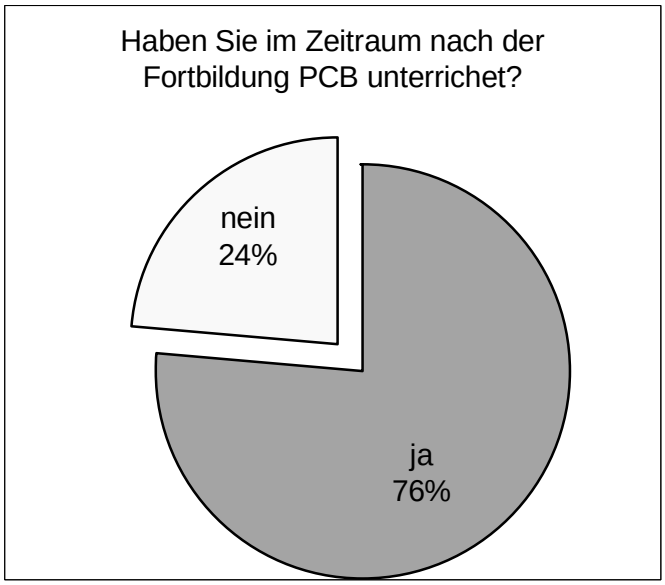


Abbildung 5.19: Anteil der Fortbildungsteilnehmer, die im Zeitraum nach der Fortbildung P/C/B unterrichtet haben

Bei der Auswertung der Frage nach dem Einsatz der Experimente im Unterricht wurden aus naheliegenden Gründen nur diejenigen Teilnehmer berücksichtigt, die auch P/C/B im fraglichen Zeitraum unterrichtet hatten. Erfreulicherweise haben, wie Abbildung 5.20 zeigt, insgesamt 77 % der Teilnehmer Experimente aus der Fortbildung in ihrem Unterricht eingesetzt. Der größte Anteil, nämlich 62 % haben Demonstrationsexperimente und Schülerexperimente durchgeführt, bei 15 % kamen nur Demonstrationsexperimente zum Einsatz. Lediglich 23 % der Teilnehmer, die P/C/B im Zeitraum nach der Fortbildung unterrichteten, haben keine Experimente aus der Fortbildung in ihrem Unterricht verwendet.

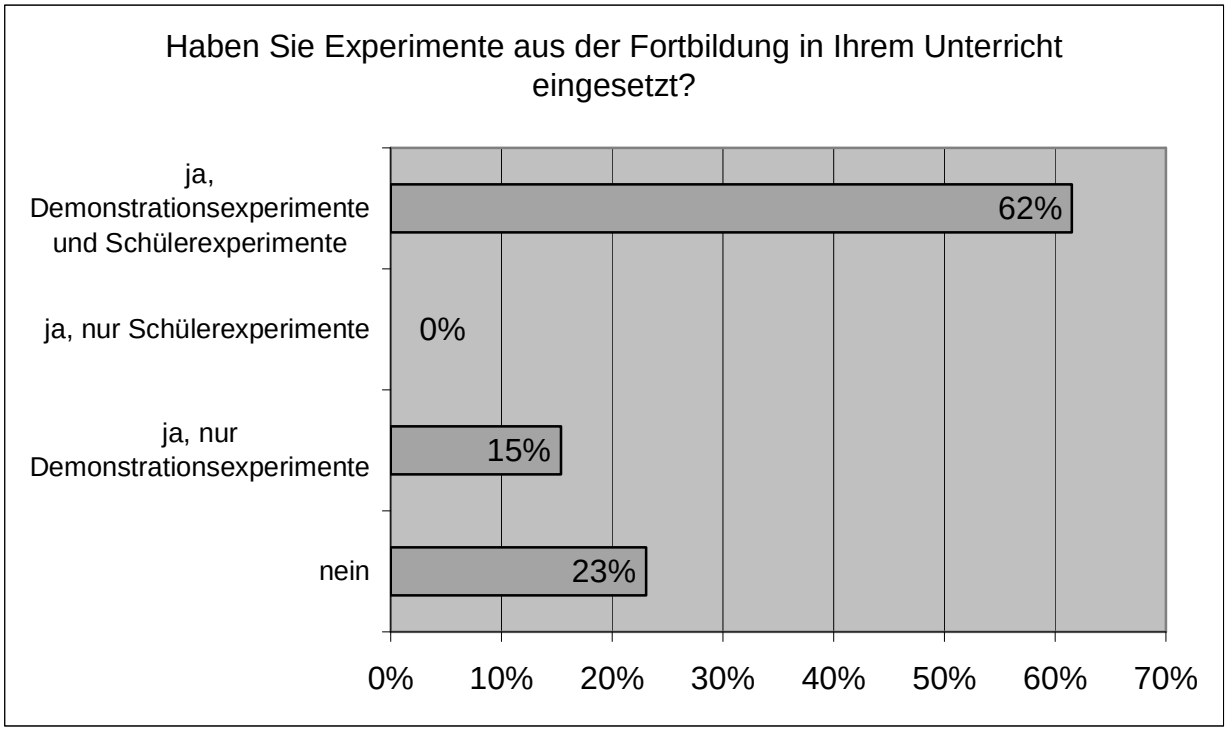


Abbildung 5.20: Anteil der Teilnehmer, die Experimente aus der Fortbildung im Unterricht eingesetzt haben.

Die Teilnehmer hatten auch die Möglichkeit, die durchgeführten Experimente zu benennen:

Tabelle 5.1: Im Unterricht eingesetzte Experimente aus der Fortbildung

Anzahl der Nennungen	**Demonstrationsexperimente**
4	Neutralisation von konz. Salzsäure
2	Wasserzersetzung
1	Knallgas
2	Verbrennen von Metallen
1	Salzsäure und Marmor
1	Herstellung von Natronlauge
3	Flammenfärben
2	Eigenschaften von Schwefelsäure
1	Herstellung von Salzsäure aus Kochsalz
	Schülerexperimente
1	Geschmackstest von Säuren und Laugen
3	Wirkung von Säuren auf Eiweiße
4	Herstellung von Blaukrautindikator
5	Messung des pH-Werts mit Indikatorpapier
3	Herstellung von Kohlensäure
2	Reaktionen von Säuren mit Metallen
3	Flammenfärbung durch Salze
1	Redoxreaktionen mit Kupfer
1	Tochterflamme
3	Kalkwasserprobe

Am Ende der Fragenbogens hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, Anmerkungen zu den besuchten Fortbildungen zu notieren:

- „Mir hat die Fortbildung sehr gut gefallen, sie hat mich vor allem motiviert, mehr Schülerexperimente durchzuführen. Das Kennenlernen der Organisationsform für Experimente war hilfreich.“

- „Diese Fortbildungen beleben den P/C/B-Unterricht, weil jeder Lehrer sich jetzt mehr traut Versuche zu machen. Wünschenswert wären noch Fortbildungen zu Kunststoffen, organische Rohstoffen, Kohlenwasserstoffen, Chemischen Produkten."
- „Ich finde die Idee mit den „Freiarbeits-Materialien ja ganz gut, aber die Umsetzung und Planung ist v.a. bei schwierigen Klassen recht problematisch. Das „Loslassen" der Schüler ist im Bereich Säuren und Laugen ebenfalls nicht so einfach."
- „Bitte Fortbildung für die 9. Jahrgangsstufe"
- „Ein Lehrer in Vollzeit ist mit den Vorbereitungen überfordert, zumindest ich. (Stofffülle!!!) Derartige Fortbildungen sollten bereits zu Beginn der Berufsausübung angeboten werden."
- „Sie haben mir als „Physiker" geholfen, die Angst vor Chemieversuchen zu verlieren. Die vorgestellten Versuche sind sehr hilfreich, weil man sie teilweise auch leicht verändert mit den vorhandenen Ausrüstungsgegenständen durchführen kann."

Die Befragung nach längerer Zeit sollte Aufschluss über längerfristige Wirkungen der Fortbildungen auf den Unterricht der Lehrkräfte geben. Zusammenfassend kann hierzu festgestellt werden:

- Fast 90% der Teilnehmer betrachten die besuchte Fortbildung auch nach einigem zeitlichen Abstand als eine Hilfe für ihren Unterricht.
- Über 75% der Teilnehmer haben Experimente aus der Fortbildung in ihrem Unterricht eingesetzt.

Diese recht erfreulichen Ergebnisse deuten, obwohl sie auf Grund der geringen Stichprobe nur als Tendenz zu werten sind, auf einen auch längerfristigen Erfolg der durchgeführten Fortbildungsveranstaltungen im Sinne einer Verbesserung der Unterrichtsqualität hin.

5.3.5. Zusammenfassung der Ergebnisse der Evaluation

Evaluationsmaßnahmen sind ein wichtiger, unverzichtbarer Bestandteil bei der Entwicklung eines Fortbildungskonzepts, da es von besonderem Interesse ist, ob und wie die geplanten inhaltlichen und methodischen Strukturen von den Fortbildungsteilnehmern aufgenommen und umgesetzt worden sind. Um einen möglichst umfassenden Einblick zu erhalten wurden drei zeitlich separate Evaluationsmaßnahmen durchgeführt:

1. Teilnehmende Beobachtung während der Fortbildungsveranstaltung
2. Untersuchung direkt im Anschluss an die Fortbildungsveranstaltung
3. Untersuchung nach längerer Zeit

Aus diesen Evaluationsmaßnahmen ergeben sich im Überblick folgende Fakten:

- **Viele Teilnehmer sehen die besuchte Fortbildung als eine konkrete Hilfe für ihren Unterricht.**
- **Die Atmosphäre der Fortbildungen sowie die Persönlichkeit der Referenten sind den Fortbildungsteilnehmern sehr wichtig. Die meisten Teilnehmer bewerteten die besuchten Fortbildungen in diesem Punkt sehr positiv.**
- **Die während der Fortbildung durchgeführten Experimente werden von vielen Lehrkräften im Unterricht auch tatsächlich eingesetzt.**
- **Das Boxensystem wird trotz didaktischer Bedenken als gute Möglichkeit zur Verringerung des Vorbereitungsaufwands anerkannt, die Chancen bezüglich einer Umsetzung an der einzelnen Schule erscheinen aber vergleichsweise gering.**
- **Ein Problem stellt das unterschiedliche Vorwissen der Teilnehmer dar. Lösungsansatz hierfür könnte die Verlagerung theoretischer Inhalte in das zeitliche Vorfeld der Fortbildungsveranstaltung sein.**
- **Viele Teilnehmer wünschen sich weitere Fortbildungen im Bereich Physik/Chemie/Biologie.**

Insgesamt belegen die Evaluationsmaßnahmen einen sehr guten Erfolg der Fortbildungsveranstaltungen im Sinne einer Verbesserung der Unterrichtsqualität.

6. Folgerungen und Ausblick

Wie ausführlich dargelegt wurde, findet der naturwissenschaftliche Unterricht an der bayerischen Hauptschule unter besonderen Bedingungen statt:

- **Die Unterrichtssituation ist oftmals geprägt durch relativ große Klassen sowie mangelhafte Ausstattung der Schulen.**
- **Die Zusammensetzung der Schülerschaft stellt die Lehrkräfte teilweise vor massive Disziplinprobleme.**
- **Den Schülern fehlen oftmals Kernkompetenzen im naturwissenschaftlichen Bereich, die bereits in der Grundschule angebahnt werden müssten.**
- **Viele Lehrkräfte sind für den Einsatz von Experimenten im Unterricht nicht hinreichend ausgebildet, da sie kein naturwissenschaftlichen Fach studiert haben.**
- **Schüler aktivierenden Unterrichtsmethoden kommt nicht die ihnen zustehende Bedeutung zu.**
- **Experimente, vor allem Schülerexperimente, werden selten durchgeführt.**
- **Fortbildungsveranstaltungen im naturwissenschaftlichen Bereich werden von den Lehrkräften gerne besucht, aber nicht in ausreichendem Umfang angeboten.**

Dies zeigt, dass im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts an der Hauptschule Handlungsbedarf auf verschiedenen Ebenen des Gesamtsystems Schule besteht, wenn die Unterrichtsqualität nachhaltig und flächendeckend verbessert werden soll

6.1. Lehrerausbildung

Die Qualität der Lehrerausbildung legt den Grundstein und ist notwendige Bedingung für die Qualität des Unterrichts. Wie bereits oben erwähnt, besteht die Besonderheit der Ausbildung und damit der Unterrichtspraxis von bayerischen Hauptschullehrkräften darin, dass in erheblichem Umfang Unterrichtsfächer unterrichtet werden

(müssen), mit denen die Lehrkräfte im Laufe ihrer Ausbildung nicht oder nur äußerst wenig in Berührung kamen.

Diese Besonderheit ergibt sich aus dem Klassenlehrerprinzip, welches durch seine pädagogischen Vorzüge ein geordnetes und effektives Lernen an der Hauptschule sehr fördert. Gerade im naturwissenschaftlichen Bereich ergeben sich aus dieser Situation jedoch auch die oben ausführlich dargelegten Probleme bezüglich Kompetenz und Erfahrungen der Lehrkräfte bei experimentellen Unterrichtsmethoden. An dieser Stelle sollen deshalb Ansätze diskutiert werden, die zu einer Verbesserung der Situation bezüglich der experimentellen Kompetenzen der Lehrkräfte beitragen könnten.

I. Phase

Die I. Phase der Ausbildung findet an den Universitäten statt und ist durch die jeweiligen Studienordnungen bzw. die Lehramtsprüfungsordnung (LPO 1) geregelt. Die momentane Situation wurde bereits ausführlich in Kap. 2 beschrieben. So verlässt ein großer Teil der Lehramtsstudenten für das Lehramt an Hauptschulen die Universitäten, ohne im Studium jemals mit naturwissenschaftlichen Fächern in Berührung gekommen zu sein. Hier könnte durch eine Änderung der Studienordnung jeder Studierenden bzw. jedem Studierenden ein Mindestmaß an naturwissenschaftlich-didaktischem Grundwissen vermittelt werden. Denkbar wäre z.B. eine einsemestrige Pflichtveranstaltung „Didaktik der Naturwissenschaften“ in Form eines praxisorientierten Seminars, bei dem die Vermittlung naturwissenschaftlicher Experimentalkompetenz in Verbindung mit fachspezifischen Unterrichtsmethoden im Mittelpunkt stehen sollte. Durch eine derartige fächerübergreifende Vermittlung naturwissenschaftlich-didaktischen Grundlagen-wissens, würde bei jedem zukünftigen Kollegen ein Grundstock an Wissen und Erfahrungen geschaffen, auf dem dann im weiteren Verlauf der Ausbildung bzw. im Berufsleben aufgebaut werden könnte. Ähnliche Überlegungen könnten selbstverständlich auch im Bereich der Fächergruppe Geschichte / Sozialkunde / Erdkunde angestellt werden.

II. Phase

Die zweite Phase der Lehrerausbildung unterscheidet sich von der ersten vor allem durch ihren weitaus größeren Praxisbezug bzw. Praxisanteil. Hier sollen den Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtern Einblicke in die unterrichtliche Arbeit möglichst aller an der Hauptschule relevanter Fächer vermittelt werden.

Dies geschieht meist in Form von Ausbildungstagen, die ein bestimmtes Unterrichtsfach zum Inhalt haben. Die Seminarleiter können alleine nicht die fachdidaktische Kompetenz in allen an der Hauptschule relevanten Fächern gleichermaßen aufbringen, eine vermehrte Nutzung derartiger an den Universitäten vorhandener Kapazitäten erscheint sinnvoll. Die im Rahmen dieser Arbeit angebotenen Ausbildungstage im Bereich „Experimente im Fach Chemie“ wurden von den Seminarleitern gut angenommen und stießen durchweg auf gute Resonanz. Dieses gelungene Beispiel einer Kooperation zwischen Universität und zweiter Phase der Lehrerausbildung sollte Mut zu weiterer Zusammenarbeit machen, beispielsweise im Zusammenhang mit den beiden anderen Fächern der Fächergruppe P/C/B. Anfragen von Seminarleitern in diese Richtung machen deutlich, dass hier durchaus die Bereitschaft und der Willen zu einer engeren Kooperation besteht.

6.2. Lehrerfortbildung

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, ein Fortbildungskonzept für Lehrkräfte an der bayerischen Hauptschule zu entwickeln, durchzuführen und zu evaluieren. Dieser Prozess wurde oben ausführlich dargestellt. Aus den dabei gemachten Erfahrungen sowie den Ergebnissen der Evaluation können Folgerungen für die weitere Planung von Fortbildungsveranstaltungen gezogen werden:

- Es besteht seitens der Lehrkräfte an der Hauptschule ein großer Bedarf sowie eine große Nachfrage an Fortbildungen im naturwissenschaftlichen Bereich.
- Zu allen drei Fächern der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie sollten vermehrt Lehrerfortbildungen angeboten werden.
- Im Mittelpunkt der Fortbildungen sollte ein möglichst direkt in den Schulalltag übertragbarer Praxisteil stehen.

- Ein Problem stellt das oft sehr unterschiedliche Vorwissen der Teilnehmer dar. Lösungsansätze könnten hier zum einen eine Vermittlung theoretischen Grundlagenwissens im Vorfeld der eigentlichen Veranstaltungen zum Beispiel durch die Nutzung des Internets, oder aber die noch gezieltere Ausschreibung der Veranstaltungen für Teilnehmerkreise mit definierten Voraussetzungen sein.

- Schulinterne Fortbildungen bieten besondere Möglichkeiten einer gezielten und nachhaltigen Fortbildung eines Teils des Lehrerkollegiums und damit einer Verbesserung der Unterrichtsqualität.

Die durchgeführten Fortbildungen wurden zwar sehr gut angenommen, erreichten aber naturgemäß nur einen sehr geringen Teil der Lehrkräfte, welche die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie unterrichten. Außerdem ergab sich aus Gesprächen mit Fortbildungsteilnehmern, dass bei nicht wenigen Kollegen eine Hemmschwelle besteht, auswärtige Fortbildungen, beispielsweise am GDCH-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg, zu besuchen. Ein weiteres Problem stellt die Frage der Nachhaltigkeit einzelner Fortbildungsveranstaltungen dar. Wünschenswert wäre deshalb eine direkte und dauerhafte Hilfestellung vor Ort an den einzelnen Schulen.

Eine vielversprechende Möglichkeit in dieser Richtung könnte sein, ein Netzwerk von Experten für die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie zu installieren. Die Zielsetzung eines derartigen Netzwerks wäre die nachhaltige und flächendeckende Verbesserung der Unterrichtsqualität in der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie. Dies sollte durch eine vermehrte Kommunikation und Kooperation der im naturwissenschaftlichen Bereich unterrichtenden Lehrkräfte erreicht werden können.

Folgende Tätigkeitsbereiche wären für die „PCB-Experten“ denkbar:

- Förderung einer naturwissenschaftlichen Unterrichtskultur, in der insbesondere auch Experimente methodisch sinnvoll integriert werden
- Beratung bei allen Fragen bezüglich der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie
- Hilfestellung bei der Einrichtung und Pflege von Fachräumen

- Organisation und Durchführung schulinterner bzw. regionaler Fortbildungen
- Zusammenarbeit mit der I. und II. Phase der Lehrerbildung
- Zusammenarbeit mit den betreffenden fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Institutionen der Hochschulen
- Kooperation mit schulischen und außerschulischen Einrichtungen, welche die Fächergruppe P/C/B betreffen (z.B. der Bereiche Drogenprävention, Umweltschutz, Energieversorgung)
- Zusammenarbeit und Erfahrungsaustausch mit anderen P/C/B-Experten
- Fortbildungen zu Fachwissenschaft, Methodik und Organisation der Fächergruppe P/C/B sowie Methoden der Erwachsenenbildung
- Bildung einer Landesarbeitsgemeinschaft bzw. eines P/C/B-Kompetenzzentrum Bayern
- Bildung vernetzter Arbeitsgemeinschaften in den Regierungsbezirken

Ein derartiges Netzwerk könnte zunächst als Modelleinrichtung in einem Regierungsbezirk eingerichtet werden um in einem weiteren Schritt dann eventuell auf ganz Bayern übertragen zu werden. Es wird zu prüfen sein, in wie weit die zuständigen Stellen bereit sind, für ein derartiges Modellprojekt Mittel beziehungsweise Lehrerstunden zur Verfügung zu stellen.

6.3. Rahmenbedingungen des Unterrichts

Neben der Aus- und Weiterbildung der Lehrkräfte sind die Rahmenbedingungen an der einzelnen Schule ein bedeutender Bedingungsfaktor für die Unterrichtsqualität. Alle Bemühungen in den beiden ersten Bereichen sind deshalb nur dann wirksam, wenn dem naturwissenschaftlichen Unterricht und den hierfür notwendigen Rahmenbedingungen ein entsprechender Stellenwert eingeräumt wird. Diese Rahmenbedingungen sind, wie sich herausstellte, an den Schulen höchst unterschiedlich ausgeprägt. Um aber einen qualitativ hochwertigen Unterricht anbieten zu können, müssen gewisse Voraussetzungen an den Schulen gegeben sein:

- Eine Grundausstattung für Demonstrations- und Schülerexperimente sollte an jeder Schule vorhanden sein.

- Die Betreuung der Sammlung sollte durch eine kompetente Lehrkraft erfolgen, der für diese Aufgabe genügend Zeit zur Verfügung steht

- Für Ersatz- bzw. Neuanschaffungen sollte ein ausreichendes Budget zur Verfügung stehen.

Lehrkräfte können die Inhalte der Fortbildungen im Sinne eines vermehrten Einsatzes von Demonstrations- und Schülerexperimenten im Unterricht nur dann umsetzen, wenn an den einzelnen Schulen die entsprechenden Rahmenbedingungen vorhanden sind bzw. geschaffen werden. Mit Rahmenbedingungen ist hierbei nicht nur die experimentelle Ausstattung der Schulen, sondern auch die anderen Faktoren wie Klassengrößen oder Kooperation im Kollegium gemeint, die schülergemäßen naturwissenschaftlichen Unterricht begünstigen oder eben erschweren. Wenn die Forderungen der Gesellschaft und der Politik nach einer nachhaltigen Verbesserung des deutschen Bildungssystems ernst gemeint sind, dürfen den Beteiligten vor Ort nicht durch weitere Verschlechterungen der Arbeitsbedingungen (wie z.B. Arbeitszeiterhöhungen oder Kürzungen des Lehrmitteletats) die Bemühungen um Unterrichtsentwicklung erschwert oder gar unmöglich gemacht werden.

7. Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, mit Blick auf die Unterrichtsentwicklung ein speziell für Hauptschullehrkräfte geeignetes Fortbildungskonzept für den Chemieunterricht in der Fächergruppe Physik, Chemie, Biologie an der bayerischen Hauptschule zu entwickeln, zu erproben und zu evaluieren. Besonderer Schwerpunkt sollte dabei das Experiment im Chemieunterricht sein.

Nachdem zunächst die Rahmenbedingungen, unter denen Chemieunterricht an der bayerischen Hauptschule stattfindet, beleuchtet wurden, sollten mit Blick auf den experimentellen Schwerpunkt des Fortbildungskonzeptes die Chancen und Probleme des Experimentierens im Chemieunterricht dargelegt werden. Auch die Rahmenbedingungen für Fortbildungsveranstaltungen im Hauptschulbereich wurden erörtert.

Um das Fortbildungskonzept fundiert und adressatenbezogen planen und umsetzen zu können, wurde zunächst neben anderen diagnostischen Instrumenten eine empirische Erhebung in Form einer schriftlichen Befragung unter bayerischen Hauptschullehrern durchgeführt. Dabei sollte zum einen ein Einblick in den Ist-Zustand des Chemieunterrichts an der bayerischen Hauptschule mit Schwerpunkt Experimentieren gewonnen werden, zum anderen die Erwartungen der Lehrkräfte an Fortbildungsveranstaltungen im Fach Chemie eruiert werden. Die Ergebnisse dieser Befragung zeigten unter anderem, dass dem Experiment im Chemieunterricht an der Hauptschule nicht der Raum gegeben wird, der ihm auf Grund der Vorgaben des Lehrplans, auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnisse und nicht zuletzt auch nach Meinung der befragten Lehrkräfte zustehen sollte.

Bei der Planung des Fortbildungskonzeptes stand daher die Stärkung der experimentellen Kompetenz der Lehrkräfte im Vordergrund. Unter Einbeziehung der Ergebnisse aus der Befragung, einschlägiger Theorien und Erfahrungen zur Lehrerfortbildung sowie unter Berücksichtigung moderner Lerntheorien und Unterrichtsmethoden wurde ein Fortbildungskonzept entwickelt, das zielgenau und adressatenbezogen auf die besondere Ausgangslage von Hauptschullehrern und deren Bedürfnisse bezüglich einer Chemie-Fortbildung mit experimentellem Schwerpunkt zugeschnitten ist.

Berücksichtigt werden musste dabei vor allem die in vielen Fällen auf Grund der Besonderheiten der Ausbildung fehlende Vorerfahrung mit experimentellen Methoden und Techniken. Kernpunkt des Konzeptes bildeten Fortbildungsveranstaltungen, bei denen die Teilnehmer nach einem relativ knapp gehaltenen informativen Teil zu fachlichen Grundlagen sowie Sicherheits- und Entsorgungsfragen vor allem aktiv Experimente durchführten und sich mit den chemischen Vorgängen auseinander setzten. Als fachliche Themenbereiche wurden „Oxidation und Verbrennung“ sowie „Säuren, Laugen und Salze“ aus den Jahrgangsstufen 7 und 8, sowie „Experimente mit Supermarktprodukten“ ausgewählt.

Fortbildungsveranstaltungen für Hauptschullehrkräfte im Fach Chemie wurden im Rahmen dieser Arbeit sowohl für die zweite Ausbildungsphase als auch auf allen Ebenen der Lehrerfortbildung in Bayern angeboten. Die Veranstaltungen stießen durchweg auf eine große Resonanz und waren meist schnell ausgebucht. Während der Veranstaltungen zeigten sich die Teilnehmer sehr interessiert, vor allem die praktische Durchführung der Experimente wurde mit großer Motivation betrieben. Besonders gute Erfahrungen bezüglich der Effektivität des Lernens sowohl der experimentiertechnischen als auch der fachwissenschaftlichen Inhalte wurden gemacht, wenn die Teilnehmer zunächst in Kleingruppen Experimente vorbereiteten und sie anschließend dem Plenum vorstellten. Die selbsttätige Durchführung sehr vieler einzelner Experimente an einem Fortbildungstag überforderte die Teilnehmer zum Teil, hier empfiehlt es sich, weniger ausgewählte Experimente durchzuführen, diese aber verstärkt bezüglich des chemischen Gehalts zu durchdringen. Auch die Demonstration einiger phänomenologisch interessanter Experimente lockerte die Veranstaltungen auf und wurde von den Teilnehmern begrüßt.

Die Evaluation der Fortbildungsveranstaltungen wurde mit drei zeitlich getrennten Diagnoseinstrumenten durchgeführt, der teilnehmenden Beobachtung während der Fortbildungsveranstaltung, des Auswertungsgesprächs und der schriftlichen Befragung am Ende der Veranstaltungen, sowie einer weiteren schriftliche Befragung nach einigem zeitlichen Abstand.

Die Rückmeldungen der Teilnehmer zeigten insgesamt, dass das Konzept der Fortbildungen sehr gut mit den Erwartungen und Bedürfnissen der Lehrkräfte korrelierte. Vielfach wurde der Wunsch nach weiteren derartigen Fortbildungen geäußert. Diese positiven Erfahrungen bestätigten auch die direkt im Anschluss der Veranstaltung durchgeführten, sowie die mit einigem zeitlichen Abstand durchgeführten schriftlichen Teilnehmerbefragungen.

Die große Resonanz sowie die positiven Rückmeldungen zeigten, ebenso wie die Lehrerbefragung, dass für Lehrerfortbildungen im Fach Chemie an der Hauptschule ein großer Bedarf besteht. Um flächendeckend einen Effekt im Sinne einer nachhaltigen Unterrichtsentwicklung zu erzielen, müssen Fortbildungen auf allen Ebenen der Lehrerfortbildung angeboten werden. Vor allem auch schulhausinterne Fortbildungen versprechen gute Effekte im Sinne einer Stärkung des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht und somit des naturwissenschaftlichen Unterrichts selbst. Von einer Kooperation des Kollegiums bei Fortbildung, Unterrichtsvorbereitung und Durchführung des Unterrichts können hier Synergieeffekte erwartet werden.

Fortbildung allein kann jedoch eine nachhaltige Verbesserung der Unterrichtsqualität im naturwissenschaftlichen Bereich nicht gewährleisten. Es wäre wünschenswert, seitens des Ministeriums bzw. der Regierungen auch für den naturwissenschaftlichen Bereich ein Netzwerk von Fachberatern bzw. Experten zu installieren, um den Lehrkräften an den einzelnen Schulen eine dauerhafte Hilfestellung bei der Vorbereitung und Durchführung handlungsorientierten und problemlösenden PCB-Unterrichts zu geben, in dem Experimente mehr als nur eine unbedeutende Nebenrolle spielen. Von der Politik müssten entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden, die dem naturwissenschaftlichen Unterricht den ihm zukommenden Stellenwert gewährleisten.

8. Literatur

AEBLI, H.: Zwölf Grundformen des Lehrens und Lernens. Einen allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage. Stuttgart 1983.

ALTRICHTER, H.: Wird der Beruf uferlos? Schulmagazin 5-10, 12, 2003.

ANT, P.: Der Moderator als Prozesshelfer bei der kollegiumsinternen Lehrerfortbildung. In: Schulmanagement 1983/2, S.36-41.

ANTON, M. A.: Vom Sinn und Unsinn der Experimente im Chemieunterricht. In: Elke Sumfleth (Hrsg.): Chemiedidaktik im Wandel – Gedanken zu einem neuen Chemieunterricht. Münster 1999.

ARNOLD, R.: Weiterbildung. Ermöglichungsdidaktische Grundlagen. München 1996.

ARNOLD, R. Neue Methoden betrieblicher Bildungsarbeit. In: Arnold, R., Lipsmeier A. (Hrsg.): Handbuch Berufsbildung. Opladen 1995.

ARNOLD, R., KRÄMER-STÜRZL, A. SIEBERT, H.: Dozentenleitfaden. Berlin 1999.

BABINSKI, C.: „Methodentraining im PCB-Unterricht fördert bei den Schülern selbstständiges Arbeiten mit Versuchen, realisiert und evaluiert anhand eines Lernzirkels zum Thema Luft, Oxidation, Verbrennung in meiner siebten Klasse." Schriftliche Hausarbeit, Nürnberg 2002.

BADER, H. J.: Das Experiment im Chemieunterricht. In: PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H. J.: Konkrete Fachdidaktik Chemie. München 2002.

BADER, H. J.: Neuere Entwicklungen und Entwicklungstendenzen in der experimentellen Schulchemie. MNU 49/6 (1996) S. 368-372.

BARKE, H.-D., HARSCH, G.: Chemiedidaktik heute: Lernprozesse in Theorie und Praxis. Berlin 2001.

BAUER, H. F.: Der physikalische und chemische Aspekt im Sachunterricht der Grundschule. In: Bauer, H. F. u.a. (Hrsg.), Fachgemäße Arbeitsweisen im Sachunterricht der Grundschule. Bad Heilbrunn 1975.

BAUER, H.F., BADER, H. J.: Elementarisierung – didaktische Reduktion – ein Kernproblem des Chemieunterrichts. In: PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H. J.: Konkrete Fachdidaktik Chemie. München 2002.

BAUER, H.F.: Die Bedeutung des Experiments für die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung. In Sievert, J.: Theorie und Praxis des Physikunterrichts. Bad Heilbrunn 1976.

BAUER, H.F.: Physikalisches und chemisches Experimentiergerät auf dem Prüfstand. Kriterien der Beurteilung von Ausstattungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Westermanns Pädagogische Beiträge 1975, H.2, S. 98-105.

BAUMERT, J. & Lehmann, R. u.a.: TIMSS Mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Berlin 1997.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT UND KULTUS (Hrsg.): Lehrerinfo 2/03. München 2003.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST: Lehrplan für die Hauptschule. KWMB1 I So.-Nr. 1/1997.

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST: Lehrplan für die Hauptschule. München 2004.

BECK, C., Ullrich, H., SCHANZ, R.: Fort- und Weiterbildungsinteressen von Lehrerinnen und Lehrern in Rheinland-Pfalz. Schriftenreihe des ILF 59. Mainz 1995

BECKER, H.-J. u.a.: Fachdidaktik Chemie. Köln 1980.

BEHREND, J. u.a.: Alltagsorientierter Chemieunterricht. NiU-Chemie 8 (1997) Nr.37, S.9.

BEHREND, J., JUST, E.: Alltagsorientierung – als Vorgabe für Experimente im Chemieunterricht. NiU-Chemie 8 (1997) Nr.37, S.32.

BLOCH, J. A., BÜNDER, W., FREY, K., ROST, J.: Charakteristiken der Lehrerfortbildung im naturwissenschaftlichen Bereich der Bundesrepublik Deutschland. Kiel 1981.

BÖGEL, R., VON ROSENSTIEL, L.: Mitarbeiterbefragung im öffentlichen Dienst des Freistaats Bayern. München 1999.

BÖNSCH, Manfred: Skizzen für ein neues Konzept der Lehrerfort- und weiterbildung. In: Die Deutsche Schule 1983/4, S. 314-321.

BUKATSCH, F., GLÖCKNER, W. KOTTER, L.: Experimentelle Schulchemie. Köln 1976.

BUNDESMINISTERIUM FÜR BILDUNG UND FORSCHUNG (Hrsg.): Delphi-Befragung 1996/98. Potenzale und Dimensionen der Wissensgesellschaft – Auswirkungen auf Bildungsprozesse und Bildungsstrukturen. Endbericht. Basel 1998.

BUND-LÄNDER-KOMMISSION FÜR BILDUNGSPLANUNG UND FORSCHUNGSFÖRDERUNG (BLK). (Hrsg.): Gutachten zur Vorbereitung des Programms „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. Materialien Heft 60. Bonn1997

BURKARD, C., EIKENBUSCH, G.: Praxishandbuch Evaluation in der Schule. Berlin 2000.

CHRISTEN, H. R.: Chemie – faszinierend oder ein Horrorfach?. CHEMKON/4. Jahrg. 1997/Nr.4, S. 175-180.

CHRISTEN, H. R.: Chemieunterricht: gestern, heute, morgen. CHEMKON/7. Jahrg. 2000/Nr.2, S. 64–68.

DEMUTH, R.: Schülerexperimente im Chemieunterricht (I). NiU 29 (1981) 256-259.

DEMUTH, R.: Schülerexperimente im Chemieunterricht (II). NiU 29 (1981) 355.

DEUTSCHES PISA-KONSORTIUM (Hrsg.): PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen 2001.

DEUTSCHES PISA-KONSORTIUM (Hrsg.): PISA 2000. Die Länder der Bundesrepublik Deutschland im Vergleich. Opladen 2002.

DITTMANN-KOHLI, F. u.a.: Beruf und Alltag – Leistungsprobleme und Lernaufgaben im mittleren und höheren Erwachsenenalter. In: WEINERT, F., MANDl, H.: Psychologie der Erwachsenenbildung. Göttingen 1997.

DRECHSLER, B., GERLACH, S. UND BADER, H.J.: Naturwissenschaftliches Interesse schon in der Grundschule wecken. Nachr. Chem. Lab. Tech. 47 (6) 1999, S. 715-717.

DRECHSLER, B., GERLACH, S.: Naturwissenschaftliche Bildung im Sachunterricht – Problembereich bei Grundschullehrkräften. In: Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Bd.11, Klinkhardt, Bad Heilbrunn 2001, S. 215 – 225.

DUIT, R.; HÄUßLER, P.; PRENZEL, M.: Schulleistung im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung. In F. E. Weinert, Leistungsmessungen in Schulen (169 – 186). Weinheim 2001.

EULER, M.: Lernen durch Experimentieren. In: Ringelband, U., Prenzel, M., Euler, M. (Hrsg): Lernort Labor. Initiativen zur naturwissenschaftlichen Bildung zwischen Schule, Forschung und Wirtschaft. Bericht über einen Workshop. IPN, Kiel 2002.

FABRICIUS, V.: Schüler und Demonstrationsexperimente. NiU-Chemie 7 (1996) Nr. 36, S. 24.

FLINT, A.: Ist unser heutiger Chemieunterricht schon zeitgemäß? In: Bader, H. J. u. Flint, A. (Hrsg.): Frankfurter Beiträge zur Didaktik der Chemie. Frankfurt a.M. 1998.

FREISE, G.: Methodisch-mediales Handeln im Lernbereich Natur. In: Lenzen, D. (Hrsg.): Enzyklopädie Erziehungswissenschaft, Band 4, Methoden und Medien der Erziehung des Unterrichts. Stuttgart 1985.

FRIES, E., ROSENBERGER, R.: Forschender Unterricht, Frankfurt/M 1981.

FULL, R.: Chemie in der Tat. Schülerversuche. Bd.2: Grundgesetze, Größen, Reaktionen, Salze. Köln 1997.

GEORGE, R.: Realitätsbezogene Experimente – Betroffenheit und Möglichkeit für Lernen. Dissertation Kassel 1989.

GIESECKE, H.: Was Lehrer leisten. Weinheim und München 2001.

GLÖCKEL, H.: Unterrichtsformen. NiU-Chemie 10 (1999) Nr. 53.

GLÖCKEL, H.: Vom Unterricht. Bad Heilbrunn 1992.

GLÖCKEL, H.: Wider den Methodendogmatismus, aber auch den Methodensalat. NiU-Chemie 10 (1999) Nr. 53.

GRÄBER, W.: Untersuchungen zumSchülerinteresse an Chemie und Chemieunterricht. Schem.Sch. 39 (1992), 270, 354. zitiert nach Barke 2001.

GRAF, E.: Lernzirkel zum Thema „Sauerstoff“ – eine Unterrichtskonzeption für die Sekundarstufe I (1. Unterrichtsjahr Chemie). NiU-Chemie 8 (1997) Nr. 37, S. 37-41.

GRAF, E.: Zeitgemäßer Chemieunterricht und Schülerinteressen. NiU-Chemie 9 (1998) Nr.47.

GUDJONS, H.: Frontalunterricht – neu entdeckt. Bad Heilbrunn 2003.

GUDJONS, H.: Handbuch Gruppenunterricht. Weinheim 1993.

HAMMER, C., ZEBHAUSER, M.: Steigerung der Effizienz des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Lehrer Info 2/01.

HAMMER, H. O., u.a.: Denkschrift zur Lehrerbildung für den Chemieunterricht in den Altersstufen der Zehn- bis Fünfzehnjährigen, GDCh, Frankfurt 1983.

HARLEN, W.: Effective teaching of science: A □evive of research. SCRE, Edinburgh 1999.

HÄUSLER, K., RAMPF, H., REICHELT, R,: Experimente für den Chemieunterricht. München 1991.

HÄUSLER, K.: Chemische Grundversuche für Lehrer in der Hauptschule. München 1985.

HÄUSLER, K.: Kerschensteiner und die Unterrichtspraxis. NiU-Chemie 5 (1994) Nr.24, S.8.

HEIMANN, R.: Strategische Versuchsauswertung – Eine Untersuchung zu kognitiven Voraussetzungen für naturwissenschaftliches Arbeiten. NiU-Chemie 14 (2003) Nr. 76/77, S. 93 ff.

HEIMANN, R.: Von der Beobachtung zu Interpretation – Probleme von Schülerinnen und Schülern bei der Deutung experimenteller Befunde. MNU 54 (2001) Nr. 2, S 68-74.

HENTIG, H. VON: Die Schule neu denken. Weinheim, Basel, Berlin 2003.

HILDEBRANDT, H.: Das Schülerexperiment in der chemiedidaktischen Lehre und die Schulwirklichkeit. In: Csch 46 (1999), S. 47.

HILLIGEN, W.: Zur Didaktik des politischen Unterrichts. Opladen 1985.

HILLMANN, K.-H.: Wörterbuch der Soziologie. Stuttgart 1994.

HOHLMEIER, M.: Schule für morgen – Herausforderung für die professionelle Lehrerfortbildung. In: Lehrer fördern – Kollegien stärken – Schulen gestalten. München 1994.

HOLLEMAN, A., WIBERG, N.: Lehrbuch der anorganischen Chemie. Berlin 1985.

INGENKAMP, K.: Lehrbuch der pädagogischen Diagnostik. Weinheim und Basel 1995.

JUST, E.: Alltagsorientierung im Chemieunterricht. NiU-Chemie 8 (1997) Nr.37, S. 4.

KERSCHENSTEINER, G.: Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Leipzig 1928.

KIRCHER, E.: Experimente im Physikunterricht. In: Physikdidaktik, Braunschweig 2000.

KLEIN, A.: Das chemische Experiment in der sowjetischen Schule. Chemie in der Schule 1974, S.375-384.

KLIPPERT, H.: Methodentraining. Weinheim und Basel 2000.

KLIPPERT, H.: Pädagogische Schulentwicklung. Weinheim und Basel 2000.

KLUGMANN, J.: Der Chemielehrer in der Hauptschule. NiU (Physik/Chemie) 30 (1982) Nr. 3, 100-104.

KOHL, T.: Experimente mit Säuren – Alltagschemie. Schulmagazin 5 bis 10 2/2002.

KOMETZ, A.: Grundlegende Kompetenzen – fachübergreifende Aspekte vergleichenden experimentellen Arbeitens. NiU-Chemie 8 (1997) Nr. 40.

KOTTER, L.: Das Experiment im Chemieunterricht. Strumberger, München 1975.

KRÜGER, R.: Das Kollegium ist das Seminar – Schulinterne Lehrerfortbildung aus Schulleitersicht. Schulleiterhandbuch Nr. 47. Braunschweig 1988

KRUSE, A., RUDINGER, G.: Lernen und Leistung im Erwachsenenalter. In: WEINERT, F., MANDl, H.: Psychologie der Erwachsenenbildung. Göttingen 1997.

KUHN, W.: Ziel und Struktur physikalischer Theorien. PdN-Ph. 2/39. Jg.(1990).

LAUTENSCHLÄGER, K.-H.: Zur Entwicklung der chemischen Schülerübungen in Deutschland. Berlin 1963.

LIENERT, G.: Testaufbau und Testanalyse. Weinheim 1969.

LINDEMANN, H., BRINKMANN, U.: Alltagschemie. NiU-Chemie 5 (1994) Nr.24, S. 29.

LINDEMANN, H.: Einführung in die Didaktik der Chemie: in Übersichten Graphiken und Tabellen. Düsseldorf 1999.

LUCIUS, E. R.: Versuchskästen unter der Lupe. In: IPN Blätter 3/00, S. 3.

LÜCK, G. REDLIN, K.: Phänomene der unbelebten Natur. Experimente zum Thema Kunststoffe. In: Grundschulunterricht 11/1999.

LÜCK, G.: Handbuch der naturwissenschaftlichen Bildung. Theorie und Praxis für die Arbeit in Kindertageseinrichtungen. Freiburg 2003.

LÜCK, G.; WIEBEL, K.: Das Schülerexperiment – der Königsweg zu naturwissenschaftlichen Erkenntnis. Referat anlässlich einer Lehrerfortbildung 1998.

LUNETTA, V. N.: The school science laboratory: Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In: FRASER, B. J. & TOBIN, K. G. (Eds.): International handbook of science education, Dordrecht 1998.

LUTZ, B., PFEIFER, P. UND SCHMIDKUNZ, H.: Wahl geeigneter Unterrichtsverfahren – Methodische Umsetzung fachlicher Inhalte im Chemieunterricht. NiU-Chemie 10 (1999) Nr. 53, S. 9-14.

LUTZ, B., PFEIFER, P., SCHMIDKUNZ, H.: Gedanken zu einem zeitgemäßen und zukunftsweisenden Chemieunterricht. NiU-Chemie 5 (1994) Nr.24, S. 4.

LUTZ, B., PFEIFER, P.: Schulstufenorientierung und Schulartorientierung – Hauptschule. In: PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H. J.: Konkrete Fachdidaktik Chemie. München 2002.

MANDL, H., REIMANN-ROTHMEIER, G.: Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. Forschungsbericht Nr. 60, München 1995.

MATURANA, R., VARELA, F.: Der Baum der Erkenntnis. Die biologischen Wurzeln des menschlichen Erkennens. Bern 1984.

MEDIENVERBUND CHEMS: Chemie, eine experimentelle Wissenschaft. Institut für Entwicklungsplanung und Strukturforschung, Hannover 1987, H.1, S.5. zitiert in Pfeifer 1992 S.104

MELLE, I.: Entwicklung und Erprobung neuer Formen der Fortbildung von Chemielehrerinnen und -lehrern. Habilitationsschrift. Frankfurt 1999.

MILLER, R.: Schulinterne Lehrerfortbildung: der SCHILF-Wegweiser. Weinheim und Basel 1995.

MOTHES, H.: Methodik und Didaktik der Naturlehre. Köln 1968.

MOTHES; H.: Das Naturlehre-Experimentalpraktikum als unentbehrliches pädag. Anliegen der Lehrerbildung. Die deutsch Schule, 1958, 9.

NENTWIG, P. UND WENCK, H.: Schülerexperimente im Chemieunterricht der Sekundarstufe I. In: Mikelskis, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie. Leuchtturm, Alsbach (1982) S. 71.

NENTWIG, P.: Schülerexperimente im Chemieunterricht an schleswig-holsteinischen Realschulen. NiU-P/C 26 (1978) S. 84.

NEU, C., MELLE, I.: Die Fortbildung von Chemielehrerinnen und -lehrern. – Gegenwärtige Situation und Möglichkeiten zur Veränderung. CHEMKON/5. Jahrg. 1998/Nr. 4, S.181-186.

NEU, C.: Fortbildung von Chemielehrerinnen und Chemielehrern – Neue Ansätze, Erprobung und Bewertung. Dissertation, Frankfurt a.M. 1999.

PASTILLE, R.: Beteiligung der Betroffenen. Ergebnisse einer Chemielehrerbefragung in Berlin (West). Praxis(Chemie) 28 (1979) Nr. 12, 323-330.

PASTILLE, R.: Die Evaluation eines didaktischen Modells der Chemielehrerfortbildung. Chimica didactica 5 (1979),Nr. 2, 115-146.

PETERSSEN, W.: Kleines Methodenlexikon. München 2001.

PFEIFER, P., HÄUSLER, K. LUTZ, B.: Konkrete Fachdidaktik Chemie. München 1992.

PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H. J.: Konkrete Fachdidaktik Chemie. München 2002.

PFEIFER, P.: Ist ein Umbruch in Sicht? Chemieunterricht an der Schwelle zum Jahr 2000. NiU-Chemie 6 (1995) Nr.27, S.4.

PFEIFER, P.: Praxisorientierter Chemieunterricht-konkret. In: NiU-Chemie 7 (1996) Nr. 31, S. 4ff.

PFEIFER, P.: Was heißt naturwissenschaftliches Arbeiten?. In: NiU-Chemie14 (2003) Nr. 76/77, S.7-11.

PFUND, H., DUIT, R.: Students alternative Frameworks and science education. IPN, Kiel 2000.

PRENZEL, M. PARCHMANN, I.: Vom naturwissenschaftlichen Arbeiten zum naturwissenschaftlichen Denken im Chemieunterricht. In: NiU-Chemie 14 (2003) 76/77

PRENZEL, M., ROST, J., SENKBEI, M., HÄULER, P., KLOPP, A.: Naturwissenschaftliche Grundbildung: Testkonzeption und Ergebnisse. In: Deutsches PISA-Konsortium (Hrsg.) (2001). PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich. Opladen 2001.

PRENZEL, M.: Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts. Ein Modellversuchsprogramm von Bund und Ländern. Unterrichtswissenschaft 28 (2000) 103-126.

PRIEBE, B.: Fortbildung für das ganze Kollegium. In: Westermanns Pädagogische Beiträge 1986/7-8, S. 42-45.

PRIEBE, B.: Umrisse einer Didaktik der Lehrerfortbildung. In: Brennpunkte der Lehrerfortbildung, Niedersächsisches Landesinstitut für Lehrerfortbildung, Lehrerweiterbildung und Unterrichtsforschung (NLI) (Hrsg.) Hildesheim 1990.

RAAF, H.: Chemie des Alltags. Freiburg 1990.

RECKMANN, H.: Lehrerfortbildung in Nordrhein-Westfalen, Fortbildungsorientierungen von Lehrerinnen und Lehrern. Empirische Befunde zur Planung und Gestaltung von Lehrerfortbildung. Soest 1992.

REDLIN, K., LÜCK, G.: Experimente zum Thema Kunststoffe. In: Praxis Naturwissenschaften – Chemie 6/2000.

RIDDER, K.: Das Auswahlprinzip für Geräte und Chemikalien bei Schülerexperimenten. NiU-Chemie 3 (1992) Nr.14, S. 30-33.

RIQUARTS, K. U. WADEWITZ, C.: Framework for science education in Germany. Kiel: Institut für Pädagogik der Naturwissenschaften (1999).

ROSSA, E.: Experimentieren im Chemieunterricht – bildend, sicher, umweltgerecht. NiU-Chemie 3 (1992) Nr.14, S. 4-6.

ROSSA, E.: Vom fremd- zum selbstbestimmten chemischen Experimentieren. NiU-Chemie 3 (1992) Nr.14, S. 4-6.

ROTH, L.: Empirische Forschungsmethoden. In: Roth, L. (Hrsg.): Methoden erziehungswissenschaftlicher Forschung. Stuttgart 1978.

SACHER, W.: Deutsche Leistungsdefizite bei PISA. Bedingungsfaktoren in Unterricht, Schule und Gesellschaft. In: Sacher, W. (Hrsg.): Schulpädagogische Untersuchungen Nürnberg, Nr. 20, Nürnberg 2003.

SCHAARSCHMIDT, U. (Hrsg.): Halbtagsjobber? Psychische Gesundheit von Lehrerinnen und Lehrern. Analyse eines veränderungsbedürftigen Zustandes. Weinheim 2004.

SCHARF, V.: Zum Bildungsbeitrag von Experimenten im Chemieunterricht. Der Chemieunterricht 15/2 (1984) 13.

SCHARF, V.: Zur Entmythologisierung des Einsatzes von Schülerexperimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Mikelskis, H. (Hrsg.): Zur Didaktik der Physik und Chemie, Leuchtturm, Alsbach 1983, S.231.

SCHEUER, R.: Alltagschemie am Beispiel Textilien / Kleidung. Eine empirische Untersuchung zur Wirkung einer Lehrerfortbildung. Düsseldorf 2002.

SCHMIDKUNZ, H., KLAETSCH, H.: Die Bewertung der Chemie durch Schülerinnen und Schüler. NiU-Chemie 6 (1995) Nr. 27, S.9-11.

SCHMIDKUNZ, H., LINDEMANN, H.: Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren – Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht. 4. Auflage Magdeburg 1995.

SCHMIDT, A.: Didaktik der Lehrerfortbildung I – lerntheoretische Grundlagen, Modelle und Möglichkeiten. Hannover 1979.

SCHMINKE, M:: Untersuchungen zur Interessensstruktur von Gymnasiasten am Chemieunterricht und deren mögliche Beeinflussung durch praxisorientierte Unterrichtseinheiten. Dissertation. Nürnberg 2003.

SCHWARZ, P., LUTZ, B.: Kreativer Chemieunterricht. Mikrochemische Experimente in der Schule. In Unterricht Chemie, 15, Nr. 81, 2004, S. 4-8.

SCHWEDT, G.: Experimente mit Supermarktprodukten. Weinheim 2001.

SOMMER, K.: Vom Anfangsunterricht zum Hochschulpraktikum. Fachmethoden der Chemie als Leitlinien. Habilitationsschrift, Nürnberg 2004.

SPITZER, M.: Lernen. Gehirnforschung und die Schule des Lebens. Heidelberg, Berlin 2002.

STÄUDEL, L. U. WÖHRMANN, H.: Chemieunterricht zwischen Alltag, Technik und Umwelt. CHEMKON/6. Jahrg. 1999/Nr.3, S. 115 – 117.

THEUSER, K.: Fachhelfer im Chemieunterricht. NiU-Chemie 3 (1992) Nr. 14, S. 34.

VER BAND DER CHEMISCHEN INDUSTRIE: Responsible Care. Frankfurt am Main 2002.

WAGENSCHEIN, M.: Der Sinn des physikalischen Unterrichts. In: SIEVERT, J.: Theorie und Praxis des Physikunterrichts. Bad Heilbrunn 1976

WAGENSCHEIN, M.: Rettet die Phänomene! MNU 30. Jg., H. 3, 1977, S.9.

WAGNER, G.: Chemie in faszinierenden Experimenten. Köln 1993.

WANJEK, J., BARKE, H.-D.: Einfluss eines alltagsorientierten Chemieunterrichts auf die Entwicklung von Interessen und Einstellungen. In: Behrendt, H.: Zur Didaktik der Physik und Chemie. Kiel 1998 (Leuchtturm).

WELTNER, K.,WARNKROSS, K.: Über dem Einfluss von Schülerexperimenten, Demonstrationsunterricht und informierendem Physikunterricht auf Lernerfolg und Einstellung der Schüler. Die Deutsche Schule 1969.

WENCK, H.: Sozialerzieherische Wirkung des gruppenunterrichtlichen Schülerexperiments im Fach Chemie. In: Härtel, H.: Zur Didaktik der Physik und Chemie. Schrödel Hannover (1979) S. 189.

WENZEK, K.: Zur Lernwirksamkeit von Schülergruppenversuchen und Lehrerdemonstrationsversuchen. Münster 1970

WENZEL, H.: Unterricht und Schüleraktivität. Probleme und Möglichkeiten der Entwicklung von Selbststeuerungsfähigkeiten im Unterricht. Weinheim 1987.

WICKE, R.-E.: Lehrerfortbildung leicht gemacht. München 2000.

WIRSING, G., KLEIN, A., BARTHEL, H.: Das Experiment im Chemieunterricht. (Methodische Beiträge zum Unterricht im Fach Chemie). Berlin (Ost) 1968.

WITZENBACHER, K.: Handlungsorientiertes Lernen in der Hauptschule. Anregungen und Beispiele für einen hauptschulgemäßen Unterricht. Ansbach, 1985.

WOEST, V.: Methode, Berater oder Experte – Die Förderung naturwissenschaftlichen Lernens durch die Rolle der Lehrperson. NiU-Chemie 14 (2003) Nr. 76/77, S. 89-92.

WOLF, W., GÖBEL-LEHNERT, U., CHROUST, P.: Lehrerfortbildung in Hessen – Eine empirische Bestandsaufnahme aus Lehrersicht. Marburg 1997.

9. Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

1. Zielsetzung

Abb. 1.1 Staatsexamensprüfungen für das Lehramt an Hauptschulen in den Jahren 1982 bis 1988 11

Abb. 1.2 Zielsetzung der Arbeit 13

2. Theoretische Grundlegung

Abb. 2.1 Bedingungsfaktoren des Chemieunterrichts an der Hauptschule 14

Abb. 2.2 Bayerisches Bildungssystem 15

Abb. 2.3 Die bayerische Hauptschule 16

Abb. 2.4 Die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie 19

Tab. 2.1 Überschneidungen in der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie 24

Tab. 2.2 Grundwissen und Kernkompetenzen nach Jahrgansstufe 9: Themenkreisübergreifende naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen 25

Tab. 2.3 Grundwissen und Kernkompetenzen nach Jahrgansstufe 9: Themenkreis Stoffe 25

Abb. 2.5 Studium für das Lehramt an Hauptschulen 29

Abb. 2.6 Mögliche Kompetenzdefizite bei Hauptschullehrkräften 30

Tab. 2.4 Artikulationsschema des forschend- entwickelnden Unterrichts 38

Abb. 2.7 Einflussmöglichkeiten der Fachdidaktik auf den Chemieunterricht 39

Abb. 2.8 Wege zur naturwissenschaftlichen Erkenntnis, abgeändert nach Häusler 45

Tab. 2.5 Der erweiterte Lernbegriff 50

Tab. 2.6 Mikromethoden und Makromethoden 51

Abb. 2.9 Zuordnung von Begründungen für einen Einsatz von Schülerexperimenten zu Feldern des Allgemeinwissens 55

Abb. 2.10 Struktur der Lehrerfortbildung nach MILLER 64

Abb. 2.11 Methoden in der Erwachsenenbildung 68

Tab. 2.7 Vergleich des flexibel-strukturierten Fortbildungsmodells mit dem offenen Fortbildungsmodell 73

Abb. 2.12 Die Ebenen der Lehrerfortbildung in Bayern 79

3. Planung des Fortbildungskonzepts

Abb. 3.1 Planung des Fortbildungskonzepts 80

Abb. 3.2.a Prozessmodell der Lehrerbefragung 83

Abb. 3.2.b Kommunikationsmodell der Lehrerbefragung..... 84

Abb. 3.3 Rücklauf der Fragebögen 87

Abb. 3.4	Umfang des PCB-Unterrichts im vergangenen Schuljahr	89
Abb. 3.5	Verteilung des PCB-Unterrichts über die Jahrgangsstufen	90
Abb. 3.6	Klassenstärken im P/C/B-Unterricht	91
Abb. 3.7	Fachräume für die Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie	92
Abb. 3.8	Mittelwerte für die Ausstattung der Schulen für Experimente	94
Abb. 3.9	Ausstattung der Schule für Experimente	95
Abb. 3.10	Ausstattung für Schülerexperimente in Chemie	9595
Abb. 3.11	Aufbewahrung des Experimentiermaterials	96
Abb. 3.12	Einschätzung der Bedeutung der Fächergruppe P/C/B durch Lehrkräfte	98
Abb. 3.13	Unterrichtsmethoden im P/C/B-Unterricht	100
Abb. 3.14	Durchführungshäufigkeit von Demonstrations- und Schülerexperimenten	101
Abb. 3.15	Bevorzugtes Fach bei der Durchführung von Schülerexperimenten	102
Abb. 3.16	Mittelwerte der Einschätzungen von Aussagen der Frage B5	104
Abb. 3.17	Standardabweichungen zu Frage B5	105
Abb. 3.18	Aussage B5/1 Bei Schülerexperimenten wird oft nur herumgespielt	106
Abb. 3.19	Aussage B5/2 Der Aufwand zur Vor- bzw. Nachbereitung von Schülerexperimenten ist viel zu hoch	107
Abb. 3.20	Aussage B5/3 Durch Schülerexperimente werden fachliche Inhalte besser verinnerlicht	108
Abb. 3.21	Aussage B5/4 P/C/B-Unterricht macht Schülern mehr Spaß, wenn sie selbst experimentieren können	109
Abb. 3.22	Aussage B5/5 Durch Schülerexperimente können Schüler wichtige Schlüsselqualifikationen erlangen	110
Abb. 3.23	Aussage B5/6 Schülerexperimente sind eine gute Möglichkeit zur Wiederholung und Festigung von Lerninhalten	110
Abb. 3.24	Aussage B5/7 Durch die Fülle des Lehrstoffes bleibt zu wenig Zeit für Schülerexperimente	111
Abb. 3.25	Aussage B5/8 Bei der Durchführung von Schülerexperimenten fühle ich mich überfordert	112
Abb. 3.26	Aussage B5/9 Das Material für Schülerexperimente ist in der Sammlung oft nur schwer zu finden	113
Abb. 3.27	Aussage B5/10 Vielen Schülern fehlen für Schülerexperimente die Voraussetzungen (z.B. Disziplin, Geschick)	114
Abb. 3.28	Aussage B5/11 Unter besseren Rahmenbedingungen würde ich gerne öfter Schülerexperimente durchführen	115
Abb. 3.29	Aussage B5/12 Für die Durchführung von Schülerexperimenten sind die Klassenstärken zu hoch	116
Abb. 3.30	Aussage B5/13 Schülerexperimente bieten keine Vorteile gegenüber Demonstrationsexperimenten	117
Abb. 3.31	Aussage B5/14 Das Gefahrenpotential bei Schülerexperimenten ist sehr hoch	118

Abb. 3.32 Aussage B5/15 Durch Kooperation im Kollegium könnte man den Aufwand für Schülerexperimente verringern 118
Abb. 3.33 Besuchte Fortbildungen in P/C/B in den letzten 5 Jahren 120
Abb. 3.34 Gewünschte Inhalte einer P/C/B - Fortbildung (Mittelwerte) 122
Abb. 3.35 Standardabweichungen zu Frage C2 122
Abb. 3.36 Aussage C2/1 (Fachwissenschaftliche Informationen) 122
Abb. 3.37 Aussage C2/2 (Anregungen zu vielfältigen Unterrichtsmethoden) 124
Abb. 3.38 Aussage C2/3 (Erwerben von Experimentalkompetenzen) 124
Abb. 3.39 Aussagen C2/5 (Praktische Durchführung von Experimenten) 125
Abb. 3.40 Aussage C2/4 (Diskussion von Lehrplaninhalten) 125
Abb. 3.41 Aussage C2/6 (Sicherheitsaspekte) 126
Abb. 3.42 Aussagen zur Lehrerbildung (Mittelwerte) 128
Abb. 3.43 Standardabweichungen zu Abb. 3.42 128
Abb. 3.44 Geschlechterverteilung und Altersstruktur der Befragungsteilnehmer 130
Abb. 3.45 Altersaufbau der Hauptschullehrkräfte 130
Abb. 3.46 Studierte Fächer der befragten Lehrkräfte 131
Tab. 3.1 Vorgaben für die Entwicklung des Fortbildungskonzepts 136
Tab. 3.2 Zielsetzungen des Fortbildungskonzepts 137
Abb. 3.47 Entsorgungssystem für die Hauptschule 151
Tab. 3.3 Für das Fortbildungskonzept ausgewählte Demonstrationsexperimente .. 154
Tab. 3.4 Für das Fortbildungskonzept ausgewählte Schülerexperimente 155
Abb. 3.48 Aufbau des Boxensystems 156
Tab. 3.5 Halbtägige Fortbildungsveranstaltungen 160
Tab. 3.6 Eintägige Fortbildungsveranstaltungen 160

4. Realisierung des Fortbildungskonzepts

Tab 4.1 Zentrale Fortbildungsveranstaltungen 161
Tab 4.2 Regionale Fortbildungsveranstaltungen 162
Tab 4.3 Lokale Fortbildungsveranstaltungen 162
Tab 4.4 Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen 162
Abb. 4.1 Schulentwicklung an der Eichendorffschule Erlangen 167

5. Evaluation des Fortbildungskonzepts

Abb. 5.1 Mittelwerte der Aussagen zur Bewertung der Fortbildungen 189
Abb. 5.2 Standardabweichungen zu Abbildung 5.1 190
Abb. 5.3 Aussage1: Die Fortbildung konnte mir direkte Hilfe für meinen PCB-Unterricht bieten 190

Abb. 5.4 Aussage 2: Die Inhalte der Fortbildung entsprachen meinen Bedürfnissen 191
Abb. 5.5 Aussage 3: Die methodische Gestaltung der Fortbildung war gelungen 191
Abb. 5.6 Aussage 4: Das Verhältnis Theorie/Praxis der Fortbildung entsprach meinen Vorstellungen 192
Abb. 5.7 Aussage 5: Die Fortbildung hat mir wenig gebracht 192
Abb. 5.8 Aussage 6: Ich habe vor, die Experimente bei Gelegenheit in meinem Unterricht einzusetzen 193
Abb. 5.9 Aussage 7: Die Sachinformationen im Skript stellen eine Hilfe bei der Vorbereitung dar 193
Abb. 5.10 Aussage 8: Die Versuchsanleitungen im Skript sind für einen direkten Einsatz im Unterricht geeignet 194
Abb. 5.11 Aussage 9: Vorgefertigte Versuchsanleitungen engen die Schüler beim Experimentieren zu sehr ein 194
Abb. 5.12 Aussage 10: Ich würde gerne auch zu anderen PCB-Lehrplaninhalten Experimente kennen lernen 195
Abb. 5.13 Aussage 11: Experimentieren macht zwar Spaß, bringt aber im Unterricht wenig 195
Abb. 5.14 Aussage 12: Ich stehe Schülerexperimenten im Bereich „Säuren, Laugen und Salze jetzt positiver gegenüber 196
Abb. 5.15 Aussage 13: Das Boxensystem stellt eine Erleichterung bei der Durchführung von Experimenten dar 197
Abb. 5.16 Aussage 15: Ich wäre bereit, am Aufbau eines Boxensystems an meiner Schule mitzuwirken 197
Abb. 5.17 Aussage 14: Das mit den Boxen vorgegebene Material beschränkt den Wert von Schülerexperimenten 198
Abb. 5.18 Bewertung der Fortbildung als Hilfe für den Unterricht 208
Abb. 5 19 Anteil der Fortbildungsteilnehmer, die im Zeitraum nach der Fortbildung P/C/B unterrichtet haben 208
Abb. 5.20 Anteil der Teilnehmer, die Experimente aus der Fortbildung im Unterricht eingesetzt haben 209
Tab. 5.1 Im Unterricht eingesetzte Experimente aus der Fortbildung 210

10. Anhang

10.1. Fragebögen 238

10.2. Begleitmaterial 247

10.3. Idealtypische Planung einer Unterrichtseinheit 331

10.4. Verlauf weiterer Fortbildungsveranstaltungen 336

10.5. Evaluation durch das GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg 363

10.1. Fragebögen

Befragung zum Experimentieren im PCB-Unterricht

Liebe Kolleginnen und Kollegen,
der vorliegende Fragebogen soll zur Entwicklung eines Fortbildungskonzeptes für Hauptschullehrerinnen und Hauptschullehrer im Bereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts beitragen.

Um ein Fortbildungskonzept zu entwickeln, das den Lehrerinnen und Lehrern möglichst adressatenbezogen konkrete Hilfestellungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht bietet, sollen zunächst der Ist-Zustand an den Schulen, sowie Meinungen und Einstellungen der Lehrkräfte herausgefunden werden.

Dabei benötigen wir Ihre Mithilfe und bitten Sie, einen Fragebogen auszufüllen. Der Zeitaufwand hierfür beträgt nur ca. 10 Minuten.

Die Mitwirkung aller Beteiligten an der Befragung ist freiwillig, bei der Auswertung ist die Anonymität beteiligter Personen sowie Schulen selbstverständlich gewährleistet. Die Durchführung der Befragung wurde von der Regierung von Mittelfranken mit Schreiben Nr. G5-5009-24/01 vom 27.09.2001 genehmigt.

Besten Dank für Ihre Mithilfe!

Prof. Dr. Peter Pfeifer Ulrich Barth

A. Fragen zur schulischen Situation

1. In welchem Umfang unterrichteten Sie das Fach PCB im vergangenen Schuljahr?

gar nicht	eine Klasse	zwei Klassen	drei Klassen	mehr als drei Klassen
☐	☐	☐	☐	☐

2. In welchen Jahrgangsstufen unterrichteten Sie PCB im vergangenen Schuljahr, wie groß waren hierbei die Klassenstärken?

5. Jgst. ☐	6. Jgst. ☐	7. Jgst. ☐	8. Jgst. ☐	9. Jgst. ☐	10. Jgst. ☐
unter 20 ☐	unter 20 ☐	unter 20 ☐	unter 20 ☐	unter 20 ☐	unter 20 ☐
20-25 ☐	20-25 ☐	20-25 ☐	20-25 ☐	20-25 ☐	20-25 ☐
25-30 ☐	25-30 ☐	25-30 ☐	25-30 ☐	25-30 ☐	25-30 ☐
über 30 ☐	über 30 ☐	über 30 ☐	über 30 ☐	über 30 ☐	über 30 ☐

3. Gibt es an Ihrer Schule Fachräume für PCB?

☐ Es gibt einen Fachraum für Demonstrationsexperimente.
☐ Es gibt einen Fachraum für Schülerexperimente.
☐ Es gibt einen kombinierten Fachraum für Schüler- und Demonstrationsexperimente.
☐ Es gibt keine Fachräume.

4. Wie beurteilen Sie die Ausstattung Ihrer Schule für Experimente?

	sehr umfangreich	umfangreich	ausreichend	mangelhaft	sehr mangelhaft
Die Ausstattung für **Demonstrations-experimente in Physik** ist	☐	☐	☐	☐	☐
Die Ausstattung für **Schülerexperimente in Physik** ist	☐	☐	☐	☐	☐
Die Ausstattung für **Demonstrations-experimente in Chemie** ist	☐	☐	☐	☐	☐
Die Ausstattung für **Schülerexperimente in Chemie** ist	☐	☐	☐	☐	☐

5. Wie wird in Ihrer Schule das Experimentiermaterial aufbewahrt?

☐ In Schränken im Vorbereitungsraum.
☐ In Schränken im Unterrichtsraum.
☐ In Boxen, die das Experimentiermaterial zu einem bestimmten Experiment enthalten.

☐ Auf andere Art und Weise: _____

B. Fragen zum Unterricht

1. Welche Bedeutung geben Sie der Fächergruppe PCB im Vergleich zu anderen Fächern?

sehr wichtig	ziemlich wichtig	wichtig	weniger wichtig	eher unwichtig
☐	☐	☐	☐	☐

2. Welche Unterrichtsmethoden setzen Sie in Ihrem PCB-Unterricht ein?

	häufig	manchmal	nie
Frontalunterricht mit Medien (z.B. Schulbuch, Folien)	☐	☐	☐
Handlungsorientierter Unterricht ohne Experimente	☐	☐	☐
Unterricht mit Demonstrationsexperimenten	☐	☐	☐
Problemlösender Unterricht mit Schülerexperimenten	☐	☐	☐
Lernzirkel mit Schülerexperimenten	☐	☐	☐
Freiarbeit	☐	☐	☐
Andere:	☐	☐	☐
Andere:	☐	☐	☐

3. Wie oft führen Sie Experimente in Ihrem PCB-Unterricht durch?

	fast jede Woche	etwa zweimal im Monat	etwa einmal im Monat	etwa zweimal im Halbjahr	etwa einmal im Halbjahr	Nie
Demostrations-Experimente	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Schüler-Experimente	☐	☐	☐	☐	☐	☐

4. Führen Sie Schülerexperimente bevorzugt in einem Fach der Fächergruppe PCB durch?

- ☐ Ich führe Schülerexperimente bevorzugt in Physik durch.
- ☐ Ich führe Schülerexperimente bevorzugt in Chemie durch.
- ☐ Ich führe Schülerexperimente bevorzugt in Biologie durch.
- ☐ Bei der Durchführung von Schülerexperimenten habe ich kein bevorzugtes Fach.

5. Beurteilen Sie bitte die folgenden Aussagen zu Schülerexperimenten!

Diese Aussage . . .	trifft völlig zu	trifft ziemlich zu	trifft teils zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu
Bei Schülerexperimenten wird oft nur herumgespielt.	☐	☐	☐	☐	☐
Der Aufwand zur Vor- bzw. Nachbereitung von Schülerexperimenten ist viel zu hoch.	☐	☐	☐	☐	☐
Durch Schülerexperimente werden fachliche Inhalte besser verinnerlicht.	☐	☐	☐	☐	☐
PCB-Unterricht macht Schülern mehr Spaß, wenn sie selbst experimentieren können.	☐	☐	☐	☐	☐
Durch Schülerexperimente können Schüler wichtige Schlüsselqualifikationen erlangen.	☐	☐	☐	☐	☐
Schülerexperimente sind eine gute Möglichkeit zur Wiederholung und Festigung von Lerninhalten	☐	☐	☐	☐	☐
Durch die Fülle des Lehrstoffes bleibt zu wenig Zeit für Schülerexperimente.	☐	☐	☐	☐	☐
Bei der Durchführung von Schülerexperimenten fühle ich mich überfordert.	☐	☐	☐	☐	☐
Das Material für Schülerexperimente ist in der Sammlung oft nur schwer zu finden.	☐	☐	☐	☐	☐
Vielen Schülern fehlen für Schülerexperimente die Voraussetzungen (z.B. Disziplin, Geschick)	☐	☐	☐	☐	☐
Unter besseren Rahmenbedingungen würde ich gerne öfter Schülerexperimente durchführen.	☐	☐	☐	☐	☐
Für die Durchführung von Schülerexperimenten sind die Klassenstärken zu hoch.	☐	☐	☐	☐	☐
Schülerexperimente bieten keine Vorteile gegenüber Demonstrationsexperimenten.	☐	☐	☐	☐	☐
Das Gefahrenpotential bei Schülerexperimenten ist sehr hoch.	☐	☐	☐	☐	☐
Durch Kooperation im Kollegium könnte man den Aufwand für Schülerexperimente verringern.	☐	☐	☐	☐	☐

C. Fragen zu Aus- und Weiterbildung

1. Wie oft besuchten Sie in den letzten 5 Jahren eine Fortbildung im Bereich PCB?

☐ gar nicht	☐ einmal	☐ zweimal	☐ mehr als zweimal

2. Welche Inhalte erwarten Sie von einer Fortbildungsveranstaltung im Bereich PCB?

Dieser Inhalt ist mir. . . .	sehr wichtig	ziemlich wichtig	wichtig	weniger wichtig	unwichtig
Fachwissenschaftliche Informationen	☐	☐	☐	☐	☐
Anregungen zu vielfältigen Unterrichtsmethoden	☐	☐	☐	☐	☐
Erwerben von Experimentalkompetenzen	☐	☐	☐	☐	☐
Diskussion von Lehrplaninhalten	☐	☐	☐	☐	☐
Praktische Durchführung von Experimenten	☐	☐	☐	☐	☐
Sicherheitsaspekte	☐	☐	☐	☐	☐
Andere: _____	☐	☐	☐	☐	☐

3. Beurteilen Sie bitte die folgenden Aussagen zur Lehrerbildung!

Diese Aussage . . .	trifft völlig zu	trifft ziemlich zu	trifft teils zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu
Mein Universitätsstudium hat mich gut auf den Lehrerberuf vorbereitet.	☐	☐	☐	☐	☐
Die Zweite Phase der Ausbildung (Vorbereitungs-dienst) hat mich gut auf meinen Beruf vorbereitet.	☐	☐	☐	☐	☐
Zur Durchführung von Schülerexperimenten fühle ich mich nicht hinreichend ausgebildet.	☐	☐	☐	☐	☐
Es werden zu wenige Fortbildungsveranstaltungen im Bereich PCB angeboten.	☐	☐	☐	☐	☐
Fortbildungsveranstaltungen sind oft zu theorielastig und bringen mir wenig.	☐	☐	☐	☐	☐
Es sollten mehr schulhausinterne Fortbildungs-veranstaltungen durchgeführt werden.	☐	☐	☐	☐	☐

D. Fragen zu Ihrer Person

1. In welchem Jahr haben Sie Ihre 2. Staatsprüfung abgelegt? ☐

2. Welche Fächer haben Sie für das Lehramt an Hauptschulen studiert?

☐ Erstes Staatsexamen an einer bayerischen Universität **ab 1985:**

Nicht vertieft studiertes Fach: _____	Fächergruppe: 1. Fach: _____ 2. Fach: _____ 3. Fach: _____

☐ Erstes Staatsexamen an einer bayerischen Universität **vor 1985:**

Studierte Fächer: _____

_____

☐ Ausbildung in einem anderen Bundesland oder im Ausland

3. Geben Sie bitte Alter und Geschlecht an!

25 – 35 Jahre	36 – 45 Jahre	46 – 55 Jahre	56 – 65 Jahre	weiblich	männlich
☐	☐	☐	☐	☐	☐

Haben Sie noch Anregungen, Fragen oder zusätzliche Informationen, die Sie uns mitteilen möchten?

_____

_____

_____

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!!

Experimente im Chemieunterricht im Fach PCB

Beurteilen Sie bitte die folgenden Aussagen zur Fortbildung!

Diese Aussage . . .	trifft völlig zu	trifft ziemlich zu	trifft teils zu	trifft wenig zu	trifft nicht zu
Die Fortbildung konnte mir direkte Hilfe für meinen PCB-Unterricht bieten.	☐	☐	☐	☐	☐
Die Inhalte der Fortbildung entsprachen meinen Vorstellungen.	☐	☐	☐	☐	☐
Die methodische Gestaltung der Fortbildung war gelungen.	☐	☐	☐	☐	☐
Das Verhältnis Theorie/Praxis der Fortbildung entsprach meinen Vorstellungen.	☐	☐	☐	☐	☐
Die Fortbildung hat mir wenig gebracht.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich habe vor, die Experimente bei Gelegenheit in meinem Unterricht einzusetzen.	☐	☐	☐	☐	☐
Die Sachinformationen im Skript stellen eine Hilfe bei der Vorbereitung dar.	☐	☐	☐	☐	☐
Die Versuchsanleitungen im Skript sind für einen direkten Einsatz im Unterricht geeignet.	☐	☐	☐	☐	☐
Ein Boxensystem stellt eine Erleichterung bei der Durchführung von Experimenten dar.	☐	☐	☐	☐	☐
Ich würde gerne auch zu anderen PCB-Lehrplaninhalten Experimente kennen lernen.	☐	☐	☐	☐	☐
Experimentieren macht zwar Spaß, bringt aber im Unterricht wenig.	☐	☐	☐	☐	☐

An dieser Fortbildung hat mir besonders gut gefallen:

An dieser Fortbildung hat mir nicht so gut gefallen:

Chemie-Experimente für den PCB-Unterricht

Liebe Kollegin, lieber Kollege,
es freut mich, dass du Interesse an der o.g. Fortbildung hast. Beantworte bitte die folgenden Fragen, damit ich adressatengerecht planen kann:

Termin

bevorzugter Wochentag: _____ nachmittags

Bevorzugte Uhrzeit: □ 14.00 bis 16.00 □ 14.30 bis 16.30 □ andere _____

Inhalte

Mich interessieren besonders

□ Demonstrationsexperimente der Jgst. _____

□ Schülerexperimente der Jgst. _____

Ich bevorzuge

□ **eine** Veranstaltung mit Versuchen aus verschiedenen Jahrgangsstufen

□ **mehrere** Veranstaltungen mit inhaltlichen Schwerpunkten

Vorkenntnisse

Mit Experimenten im Bereich Chemie habe ich

□ viel Erfahrung □ etwas Erfahrung □ keine Erfahrung

Wünsche, Anregungen

_____

_____

_____

Vielen Dank!
Uli Barth

Fragebogen zur Wirkung von Fortbildungen

Hinweise zum Ausfüllen: - Zutreffende Kästchen mit der Maus anklicken.
- Textfelder anklicken und beschreiben.

Geben sie bitte Alter und Geschlecht an:

☐25-35 ☐36-45 ☐46-55 ☐56-65

☐weiblich ☐männlich

Haben Sie während Ihrer Ausbildung Chemie studiert?

☐nein ☐ja, nicht vertieft ☐ja, in der Fächergruppe ☐ja, sonstiges

An welcher Fortbildung des GDCh-Lehrerfortbildungszentrums der Universität Erlangen-Nürnberg haben sie teilgenommen?

☐2002 ☐Säuren, Laugen und Salze

☐2003 ☐Säuren, Laugen und Salze ☐Oxidation und Verbrennung

Haben Sie im Zeitraum nach der Fortbildung das Fach PCB unterrichtet?

☐nein ☐ja Anzahl der Klassen:

Jahrgangsstufe(n):

War die besuchte Fortbildung – aus heutiger Sicht – eine Hilfe für Ihren Unterricht?

☐nein Warum nicht?

☐ja Warum?

Haben Sie Experimente aus der Fortbildung in Ihrem Unterricht eingesetzt?

☐nein Warum nicht?

☐ja ☐Demonstrationsexperimente

Welche?

☐Schülerexperimente

Welche?

Zur Wirkung der besuchten Fortbildung habe ich noch folgende Anmerkungen:

10.2. Begleitmaterial

Chemie-Experimente im PCB-Unterricht:

Oxidation und Verbrennung

Demonstrationsexperimente

1. Verbrennung in reinem Sauerstoff
2. Verbrennung von Metallen
3. Bildung von Zinksulfid
4. Wasserzersetzung und Knallgasreaktion
5. Brennstoffzelle
6. Explosion eines Benzin-Luft-Gemisches

Schülerexperimente

7
8. Sauerstoff als Reaktionspartner Glimmspanprobe
9. Kohlenstoffdioxid als Reaktionsprodukt Kalkwasserprobe
10. Untersuchung der Kerzenflamme
11. Verbrennung mit Katalysator
12. Rosten von Eisen
13. Redoxreaktionen am Kupfer

Referenten: **Prof. Dr. Peter Pfeifer**
Universität Erlangen-Nürnberg, Didaktik der Chemie

Ulrich Barth, Dipl.-Chem., L
Eichendorffschule Erlangen

Sicherheitsrichtlinien und Entsorgung

Maßgebend für die Sicherheit und Entsorgung sind, basierend auf dem *Chemikaliengesetz*, der *Gefahrstoffverordnung* sowie den *Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht* die ***Empfehlungen für Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht***. Dieser Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 9. September 1994 in der Fassung vom 28. März 2003 wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst mit Bekanntmachung vom 09. September 2003 als verbindliche Vorschrift für den Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern an den allgemeinbildenden Schulen in Bayern in Kraft gesetzt. Die vollständige Fassung dieser Richtlinien steht unter www.km.bayern.de/km/lehrer/informationen zur Verfügung.

Sicherheit beim Experimentieren

Das Experimentieren im naturwissenschaftliche Unterricht erfordert ein hohes Maß an Umsicht und Verantwortungsbewusstsein. Dabei müssen zwei Punkte beachtet werden:

- *Die Gesundheit von Schülern und Lehrern darf so wenig wie möglich gefährdet werden.*
- *Eine Belastung der Umwelt muss weitmöglichst vermieden werden.*

Beim Experimentieren kann es u.a. zu folgenden Gefährdungen kommen:

- *Verletzungen der Augen durch Glassplitter, heiße Flüssigkeiten oder ätzende Chemikalien.*
- *Verbrennungen z. B. beim Umgang mit dem Laborbrenner.*
- *Verbrühungen durch siedendes Wasser*
- *Verätzungen der Haut durch Säuren oder Laugen*
- *Schnittwunden durch unsachgemäßen Umgang mit Glasgeräten.*

Diese Gefahren lassen sich jedoch weitgehend reduzieren bzw. ausschließen, wenn man die im Folgenden beschriebenen Experimentierregeln beachtet. Als wichtige Grundsätze sollten stets gelten:

- **Sicherheit hat stets Vorrang.**
- **Möglichst ungefährliche Experimente auswählen.**

Experimentierregeln

- Auf Sicherheit achten.
- Schutzbrille tragen.
- Erste-Hilfe-Kasten, Branddecke, Augenwaschflasche bereithalten.
- Vorsicht beim Umgang mit dem Laborbrenner, lange Haare zusammenbinden.
- Brenner sofort ausdrehen, wenn er nicht mehr benötigt wird.
- Chemikalien niemals in Lebensmittelgefäße geben.
- Chemikalien nur in ordnungsgemäß beschrifteten Gefäßen aufbewahren.
- Prüfen, ob das Experiment auch mit ungefährlicheren Chemikalien durchzuführen ist.
- Versuche mit möglichst kleinen Substanzmengen durchführen.
- Glasrohre vor dem Einstecken in Gummistopfen anfeuchten.
- Gummistopfen und Glasgeräte auseinandernehmen, sie verkleben sonst miteinander.
- Feste Chemikalien mit sauberem Löffel oder Spatel entnehmen.
- Flüssige Chemikalien mit der Saugpipette entnehmen oder ausgießen.
- Keine Chemikalien in Vorratsflaschen zurückgeben.
- Beim Umfüllen geeigneten Trichter verwenden.
- Flüssigindikatoren tropfenweise verwenden, leichte Färbung der Lösung genügt.
- Nicht mit brennbaren Flüssigkeiten in der Nähe von offenen Flammen (Brenner) hantieren.
- Beim Verdünnen von Säuren zunächst das Wasser in das Gefäß geben, erst dann die Säure.“Erst das Wasser, dann die Säure, sonst geschieht das Ungeheure!“
- Geräte nach dem Experiment sorgfältig reinigen.
- Geräte an ihren Platz zurücklegen.
- Chemikalienabfälle umweltgerecht entsorgen.
- Glasabfälle in besonderem Behälter sammeln.
- Küchenpapier-Rolle zum Aufwischen bereithalten.

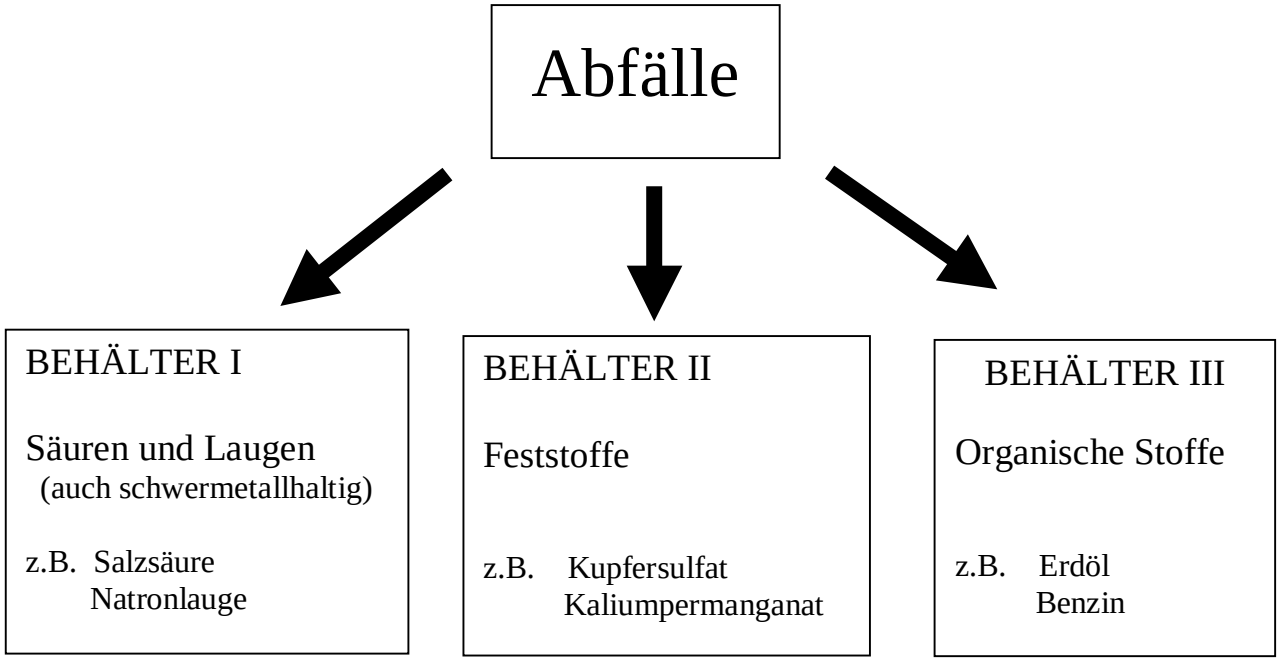
Entsorgung von Chemikalienabfällen

Allgemein gilt die Regel: **Vermeidung** geht vor **Wiederverwertung** geht vor **Entsorgung**.

Vermeidung bedeutet, dass man zunächst versuchen sollte, Experimente mit Stoffen durchzuführen, die keine Gefahr für die Umwelt darstellen. Ein Beispiel hierfür wäre die Verwendung von Lebensmittelsäuren bei Untersuchungen des pH-Werts.

Bei der **Wiederverwertung** (Recycling) werden die Stoffe, wie der Name schon sagt, für weitere Experimente wieder verwertet. Verdünnte Schwefelsäure kann z.B. gesammelt und für den Betrieb einer Hoffmann`schen Wasserzersetzungsapparatur verwendet werden.

Für die **Entsorgung** kann an der Hauptschule ein vereinfachtes Entsorgungsschema eingesetzt werden, da in der Regel nur relativ wenige problematische Chemikalien verwendet werden:



Tipps zur Durchführung von Schülerexperimenten

- Experimentiermaterial für die Gruppen auf Tabletts zusammenstellen
- Experimente vorher ausprobieren.
- Schüler sollten Gruppenarbeit gewohnt sein.
- Maximal 4 Schüler pro Gruppe.
- Ausreichend Zeit für das Experimentieren einplanen.
- Bewusstsein für die Gefahren beim Experimentieren wecken.
- Vorher auf die notwendige Disziplin beim Experimentieren aufmerksam machen.
- Stets auf dem Tragen von Schutzbrillen bestehen, selbst Schutzbrille tragen.
- Mit einfachen Experimenten beginnen.
- Den Schülern Zeit zum Ausprobieren geben.
- Experimente in geeigneten Unterrichtsverlauf einbetten.
- Material erst direkt vor dem Experimentieren ausgeben.
- Auf gewissenhafter Reinigung des Materials bestehen.
- Material vor der Auswertung des Experiments einsammeln.

Beispiel für die Artikulation einer Unterrichtseinheit

Artikulation nach Schmidkunz - Lindemann	Unterrichtsverlauf / Organisation
	Vorbereitung des Experimentiermaterials
1 Problemgewinnung Problemgrund Problemfindung Problemformulierung	Folie, Buch, Originalbegegnung, Lehrererzählung. Unterrichtsgespräch. Die Schüler formulieren das Problem. Fixierung des Problems an der Tafel
2 Überlegungen zur Problemlösung Analyse des Problems Vorschläge zur Problemlösung Entscheidung für einen Lösevorschlag	 Unterrichtsgespräch: Wie kann das Problem gelöst werden? Formulierung von Hypothesen.
3 Durchführung eines Problemlösevorschlags Planung des Lösevorschlags Praktische Durchführung des Lösevorschlags Erörterung und Zusammenfassung der Ergebnisse	 Schüler planen das Experiment. Die Versuchsanleitung wird durchgesprochen. Das Experimentiermaterial wird ausgegeben. Schüler experimentieren in Gruppen. Das Experimentiermaterial wird eingesammelt. Schüler stellen ihre Ergebnisse vor. Fixierung der Ergebnisse an der Tafel.
4 Abstraktion der gewonnenen Erkenntnisse Ikonische Abstraktion Verbale Abstraktion Symbolhafte Abstraktion	 Zeichnen von Darstellungen. Formulieren von Merksätzen, Wortgleichungen. Entwickeln von Formelgleichungen.
5 Wissenssicherung Anwendungsbeispiele Wiederholung des Inhalts und der Denkphasen Lernzielüberprüfung	 Anwendungen aus dem Erfahrungsbereich der Schüler. Schüler formulieren mit eigenen Worten die gewonnenen Erkenntnisse.

Theoretische Grundlagen zu Oxidation und Verbrennung

Wie auch der Säurebegriff unterlag der Begriff der Oxidation einer historischen Entwicklung. Zunächst verstand man unter Oxidation nur Reaktionen unter Beteiligung von Sauerstoff, häufig Verbrennungsvorgänge, später wurde der Begriff ausgeweitet, indem man den Oxidationsvorgang als eine Teilreaktion der Redoxreaktion betrachtet. Im Folgenden sollen einige Begriffe geklärt und Grundlagen zu Oxidation und Verbrennung aufgezeigt werden.

Verbrennung als eine Reaktion mit Sauerstoff

Als erster zeigte Lavoisier im Jahre 1777, dass Sauerstoff, der mit ca. 21 % in der Luft enthalten ist, für Verbrennungsvorgänge notwendig ist. Er brachte dadurch die Phlogistontheorie, die über ein Jahrhundert das Verständnis von Verbrennungsvorgängen beeinflusst hatte, ins Wanken. Wird ein brennbarer Stoff auf eine für ihn spezifische Temperatur, die **Entzündungstemperatur**, erhitzt, beginnt er, mit Sauerstoff unter Abgabe von Wärme und Licht zu reagieren: er brennt. Die Verbrennung ist eine **exotherme Reaktion**, wobei die Energie in Form von Licht und Wärme freigesetzt wird. Einer der häufigsten Verbrennungsvorgänge ist die Verbrennung von organisch gebundenem Kohlenstoff (z. B. Holz, fossile Brennstoffe) mit dem Sauerstoff der Luft:

Kohlenstoff	+	Sauerstoff	⟶	Kohlenstoffdioxid	+	Energie
C	+	O_2	⟶	CO_2	+	Energie

Mit reinem Sauerstoff erfolgt die Verbrennung rascher, da der Sauerstoff in einer hohen Konzentration zur Verfügung steht. Die Reaktionsgeschwindigkeit wird auch durch eine vergrößerte Oberfläche des Stoffes, die durch eine Erhöhung des **Zerteilungsgrades** erreicht werden kann, beschleunigt. Bei der Verbrennung von Nichtmetallen (z.B. Kohlenstoff, Schwefel) entstehen **Nichtmetalloxide** (Gase, z.B. Kohlenstoffdioxid, Schwefeldioxid), bei der Verbrennung von Metallen (z.B. Magnesium, Eisen) entstehen **Metalloxide** (Feststoffe, z.B. Magnesiumoxid, Eisenoxid).

Oxidation als eine Reaktion mit Sauerstoff

Reaktionen von Stoffen mit Sauerstoff können auch ohne Licht- und Wärmeabgabe erfolgen. Solche Reaktionen sind, ebenso wie Verbrennungsreaktionen, Oxidationsreaktionen im ursprünglichen Sinn: Die Reaktion eines Stoffes mit Sauerstoff. Typische Oxidationsvorgänge sind also neben Verbrennungsvorgängen „stille Oxidationen“, wie z.B. die Oxidation von Metallen (Rosten) oder die Atmung von Lebewesen.

Kupfer + Sauerstoff ⟶ Kupferoxid

$4\ Cu + O_2 \longrightarrow 2\ Cu_2O$

Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen

Ganz allgemein versteht man unter einer Oxidation die Abgabe von Elektronen, unter Reduktion die Aufnahme von Elektronen. Oxidation und Reduktion sind stets Teilreaktionen einer sogenannten **Redoxreaktion**. Ein Oxidationsmittel ist nach dieser Definition ein Stoff, der Elektronen aufnimmt, ein Reduktionsmittel ein Stoff, der Elektronen abgibt. Selbstverständlich lässt sich diese Verständnis der Oxidation auch auf Reaktionen mit Sauerstoff anwenden:

Oxidation: $2\ Mg \longrightarrow 2\ Mg^{2+} + \mathbf{4\ e^-}$

Reduktion: $O_2 + \mathbf{4\ e^-} \longrightarrow 2\ O^{2-}$

Gesamt: $2\ Mg + O_2 \longrightarrow 2\ MgO$

Nach diesem Verständnis ist jedoch z.B. auch die Umsetzung von Natrium mit Chlor eine Redoxreaktion, obwohl kein Sauerstoff beteiligt ist. 2 Na werden zu 2 Na+ oxidiert, Cl_2 wird zu $2Cl^-$ reduziert:

Oxidation: $2\ Na \longrightarrow 2\ Na^+ + \mathbf{2\ e^-}$

Reduktion: $Cl_2 + \mathbf{2\ e^-} \longrightarrow 2\ Cl^-$

Gesamt: $2\ Na + Cl_2 \longrightarrow 2\ NaCl$

Natrium + Chlor ⟶ Natriumchlorid (Kochsalz)

DEMONSTRATIONSEXPERIMENTE

1 DV Lehrerinformation

Verbrennung in reinem Sauerstoff

Lehrplanbezug:

7.2.3 Vorgang der Verbrennung, Chemische Reaktion, Oxidation

Sicherheit:

- Schutzbrille!
- Verbrennungen laufen in reinem Sauerstoff sehr heftig ab!
- Kaliumpermanganat ist ätzend!

Material:

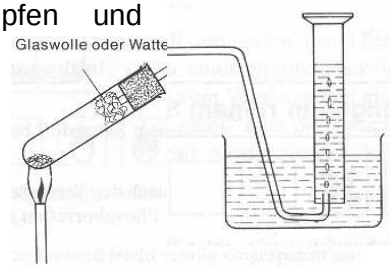
- Großes Reagenzglas
- Stopfen mit Gasableitung
- Glaswolle
- Laborbrenner
- Standzylinder
- Wanne
- Glimmspan
- Kaliumpermanganat

Vorbereitung: --

Versuchsdurchführung: .

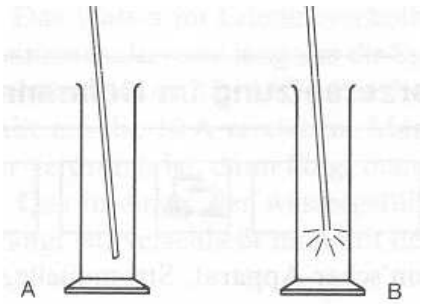
Zeitbedarf: ca. 15 min.

Man erhitzt in einem trockenen Reagenzglas mit Stopfen und Gasableitung einige Spatel Kaliumpermanganat. Das entstehende Gas fängt man in einem Standzylinder auf, den man zuvor vollständig mit Wasser gefüllt hat..
Man verschließt den Standzylinder mit einer Glasplatte.
Mit dem reinen Sauerstoff im Standzylinder können verschiedene Experimente durchgeführt werden:



Glimmspanprobe
Man entzündet einen Glimmspan, lässt ihn einige Sekunden brennen und bläst die Flamme aus, so dass der Span nur noch glimmt. Den glimmenden Span hält man in den Standzylinder mit dem Sauerstoff.

Verbrennung in reinem Sauerstoff
z.B. Kerze, Zigarette, Schwefel, usw. im Verbrennungslöffel.
Man kann auch Metalle, wie z.B. Eisenwolle in reinem Sauerstoff verbrennen, hier sollte man jedoch als Gefäß ein großes Einmachglas, dessen Boden 1 cm hoch mit Sand bedeckt wird, verwenden, da glühende Eisenteile das Glas beschädigen bzw. zerstören können.



Auswertung:

Beim Erhitzen setzt Kaliumpermanganat Sauerstoff frei:

$$2\ KMnO_4 \longrightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$

Verbrennungsvorgänge laufen in reinem Sauerstoff wesentlich heftiger ab, als in Luft, da die Konzentration des Reaktionspartners Sauerstoff erheblich größer ist.

Entsorgung:

Das verbrauchte Kaliumpermanganat gibt man in den Behälter für Feststoffe.

2 DV Lehrerinformation

Verbrennung von Metallen

Lehrplanbezug:

7.2.3 Vorgang der Verbrennung, Chemische Reaktion, Oxidation

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit dem Gasbrenner hinweisen

Material:

- Balkenwaage
- Eisenwolle
- Laborbrenner
- Glasrohr, gebogen
- Metallpulver (z.B. Aluminium, Zink, Kupfer)

Vorbereitung:

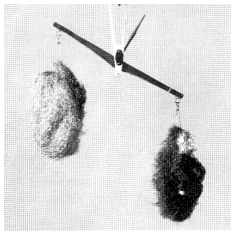
Die Eisenwolle sollte fettfrei sein und zu einem lockeren gleichmäßigen Knäuel geformt werden.

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 10 min.

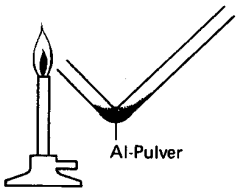
A

Man befestigt zwei etwa gleich schwere Knäuel Eisenwolle an einer Balkenwaage und bringt die Waage ins Gleichgewicht. Mit einem Feuerzeug oder dem Laborbrenner entzündet man den einen Knäuel und entfernt die Zündflamme wieder.



B

Man gibt zunächst eine kleine Menge eines Metallpulvers in ein Glasrohr. Nun bläst man vorsichtig durch das Glasrohr, so dass das Metallpulver in die Brennerflamme mitgerissen wird.



Auswertung:

A Die Waage neigt sich auf die Seite der brennenden Eisenwolle, die Eisenwolle wird also bei der Verbrennung schwerer.

B Das Metallpulver verbrennt mit unterschiedlich intensiver Lichterscheinung.

Entsorgung:

Die oxidierte Eisenwolle kann über den Hausmüll entsorgt werden.

Erläuterungen:

Das Metall reagiert bei Erreichen der Entzündungstemperatur unter Freisetzung von Energie mit dem Sauerstoff der Luft. Es findet also eine Oxidation des Metalls statt, Reaktionsprodukte sind die Oxide der eingesetzten Metalle. Im Gegensatz zu der Verbrennung von Nichtmetallen entstehen bei der Verbrennung von Metallen Feststoffe.

Metall + Sauerstoff ⟶ Metalloxid + Energie

3 DV Lehrerinformation

Bildung von Zinksulfid

Lehrplanbezug:
7.2.3 Vorgang der Verbrennung, Chemische Reaktion

Sicherheit:

Schutzbrille tragen.

F+ hochentzündlich

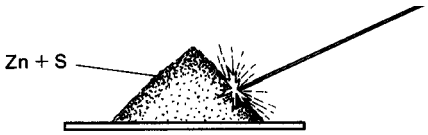
- Schutzbrille
- Vorsicht, die Reaktion verläuft sehr heftig!
- Reaktion nicht in einem Reagenzglas durchführen!
- Reaktion im Abzug oder im Freien durchführen!
- Nicht über das Reaktionsgemisch beugen!

Material:
- Feuerfeste Unterlage
- Laborbrenner
- Zinkpulver
- Schwefelpulver

Vorbereitung: --

Versuchsdurchführung: .
Zeitbedarf: ca. 10 min.

Man misch **vorsichtig** 10 g Zinkpulver und 5 g Schwefelpulver und häuft die Mischung auf einer feuerfesten Unterlage zu einem Kegel an. Nun hält man die Brennerflamme, einen glühenden Draht oder eine Wunderkerze an den Kegelrand.



Auswertung:
Zink und Schwefel reagieren heftig unter Licht- und Raucherscheinung.

Entsorgung:
Die Entsorgung der Reaktionsprodukte erfolgt über den Behälter für feste Chemikalienabfälle.

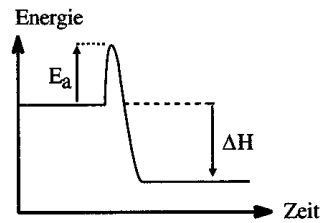
Erläuterungen:
Wie viele andere Metalle reagiert Zink mit Schwefel unter Freisetzung von Energie zum Metallsulfid.

$$Zn + S \longrightarrow ZnS + Energie$$

Bei dieser Redoxreaktion wird das Zink oxidiert, der Schwefel reduziert.

$$Zn \longrightarrow Zn^{2+} \qquad S \longrightarrow S^{2-}$$

Bei der Bildung von Zinksulfid aus Zink und Schwefel handelt es sich um eine typische exotherme chemische Reaktion. Bei der Mischung der Reaktionspartner erfolgt zunächst keine chemische Reaktion. Erst nach Zuführen der Aktivierungsenergie E_a l äuft die Reaktion freiwillig unter Freisetzung von Energie in Form von Licht und Wärme ab. Eine Reaktion, die unter Freisetzung von Wärme abläuft, nennt man exotherme Reaktion.



exotherme Reaktion

4a DV Lehrerinformation

Wasserzersetzung

Lehrplanbezug:

6.1.1 Erscheinungsformen und Eigenschaften des Wassers
7.3.1 Begleiterscheinungen des elektrischen Stroms
9.6.2 Energieumwandlung

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Zündquellen fernhalten

Material:

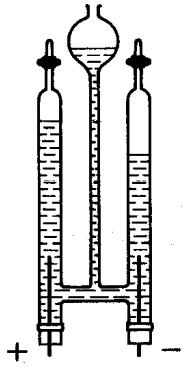
- Hofmann´scher Apparat
- Spannungsquelle
- Platinelektroden
- Stromkabel
- Stativ, Klemmen, Muffen
- Verdünnte Schwefelsäure

Vorbereitung:

Verdünnte Schwefelsäure stellt man aus 9 Teilen Wasser und 1 Teil konz. Schwefelsäure her.

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 15 min.



Nachdem der Hofmann´sche Apparat sicher an einem Stativ befestigt wurde, setzt man die Platinelektroden ein und schließt die Spannungsquelle an. Man füllt nun die verdünnte Schwefelsäure mit Hilfe eines Trichters über das Ausgleichsgefäß ein. Dabei müssen die Schenkel geöffnet sein, damit die Luft entweichen kann. Man füllt so viel Flüssigkeit ein, dass die Pegel knapp unter den Hähnen stehen. Nach dem Beenden des Einfüllens werden die Hähne geschlossen

Die Zersetzung des Wassers erfolgt bei einer Gleichspannung von ca. 12 V.

Auswertung:

Es entstehen zwei Gase, was durch die Verdrängung des Wassers aus den Schenkeln des Hofmann´schen Apparats geschlossen werden kann. Das eine Gas nimmt den doppelten Raum des anderen Gases ein.

Entsorgung:

Die Schwefelsäure kann für spätere Versuche in einem eigenen, ordnungsgemäß beschrifteten Gefäß aufbewahrt werden.

Erläuterungen:

Da reines Wasser den Strom praktisch nicht leitet, wird die Wasserzersetzung mit verd. Schwefelsäure durchgeführt. An den Elektroden spielen sich folgende Vorgänge ab:

$\ominus$ $\quad 4\ H^+ + 4\ e^- \longrightarrow \quad 2\ H_2$

$\oplus$ $\quad 4\ OH^- \longrightarrow \quad O_2 + 2\ H_2O + 4\ e^-$

insgesamt $\quad$ **Energie + H_2O** $\longrightarrow$ **$2\ H_2 + O_2$**

Die Mengenverhältnisse der entstehenden Gase ergeben sich aus der chemisch Formel für Wasser: **H_2O**. Bei dem Zersetzungsvorgang wird elektrische Energie in chemische Energie umgewandelt.

4b DV Lehrerinformation

Knallgasreaktion

Lehrplanbezug

6.1.1 Erscheinungsformen und Eigenschaften des Wassers
7.2.3 Vorgang der Verbrennung, chemische Reaktion
9.6.2 Energieumwandlung

Sicherheit:

- Schutzbrille!
- Wasserstoff – Sauerstoff – Gemische sind explosiv!
- Evtl. Gehörschutz!

Material:

- Kolbenprober oder große Spritze
- Kunststoffwanne
- Spülmittel
- Wasserstoff
- Sauerstoff
-

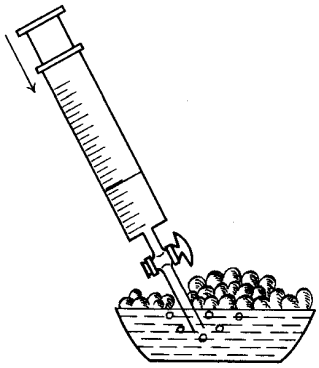
Vorbereitung:

Wasserstoff und Sauerstoff erzeugen bzw. bereithalten. Kunststoffwanne mit Wasser füllen und mit einigen Tropfen Spülmittel versetzen, es darf sich kein Schaum auf dem Wasser befinden.

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 15 min.

Mit dem Kolbenprober zieht man zunächst 20 ml Sauerstoff und anschließend 40 ml Wasserstoff auf. Vorsicht, Zündquellen fernhalten! Das entstehende Gasgemisch (Knallgas) blubbert man **vollständig** in Wasser ein, das mit Spülmittel versetzt wurde.



Die mit Knallgas gefüllten Schaumblasen entzündet man rasch mit einer Wunderkerze oder einem brennenden Glimmspan.

Achtung, es erfolgt ein sehr heftiger Knall! Eventuell Ohren schützen.

Auswertung:

Das Gasgemisch aus 2 Teilen Wasserstoff und 1 Teil Sauerstoff reagiert unter heftigem Knall.

Entsorgung:

Keine besonderen Entsorgungsvorschriften zu beachten.

Erläuterungen:

Bei der Reaktion spielen sich folgende Vorgänge ab:

$$\mathbf{2\ H_2\ +\ O_2 \longrightarrow\ 2\ H_2O\ +\ Energie}$$

Chemische Energie wird in Wärme und Druckwellen (Schall) umgewandelt.

Der Knall ist dann besonders heftig, wenn das Verhältnis 2:1 genau stimmt, d.h. das Gasgemisch stöchiometrisch ist.

5 DV Lehrerinformation

Elektrolyseur / Brennstoffzelle

Lehrplanbezug:

9.6.2 Energieumwandlung; 10.6.1 Energie von der Sonne

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Wasserstoff hinweisen

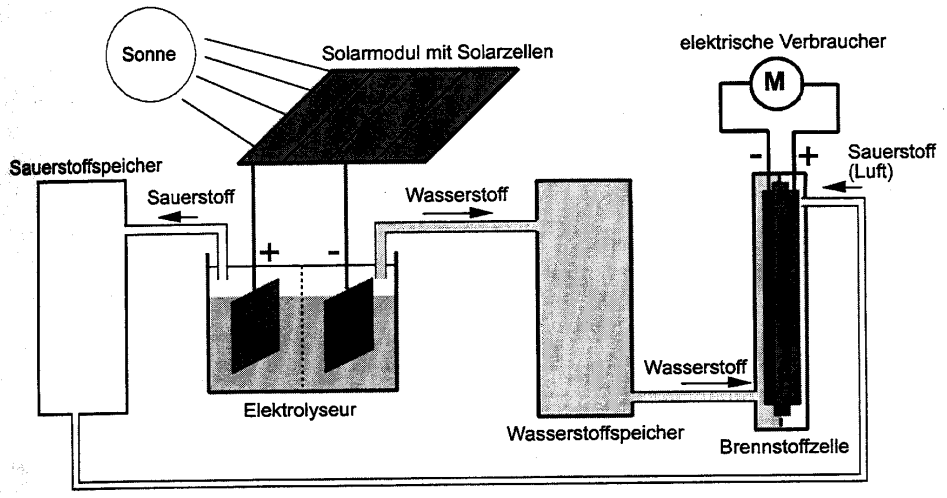
Material:

- Solarmodul
- Elektrolyseur
- Brennstoffzelle
- Kunststoffspritzen
- Destilliertes Wasser
-

Vorbereitung:

Der Elektrolyseur wird gemäß Betriebsanleitung zusammengebaut und mit destilliertem Wasser gefüllt.

1. Das Solarmodul wandelt Licht in Strom um.
2. Dieser Strom spaltet das Wasser im Elektrolyseur in Wasserstoff und Sauerstoff.
3. Die entstehenden Gase können im Elektrolyseur zwischengespeichert werden.
4. Wasserstoff und Sauerstoff werden in die Brennstoffzelle eingespeist. Hier werden sie direkt in Strom umgewandelt.
5. Der Strom treibt den Elektromotor an. Dieser aktiviert den Propeller.



Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 30 min.

1. Mit Solarmodul und Elektrolyseur werden die Gase Wasserstoff und Sauerstoff erzeugt und mit den Spritzen abgezogen.
2. Die Spritzen werden anschließend an die Brennstoffzelle angeschlossen und die Gase langsam der Brennstoffzelle zugeführt.

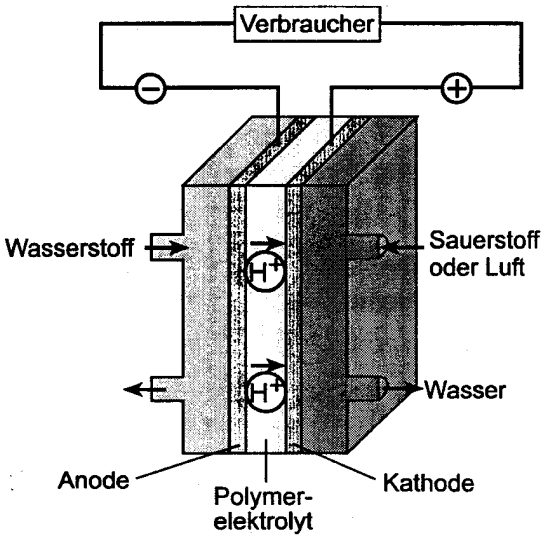


Abb. 5.5: Funktionsprinzip einer PEM-Brennstoffzelle.

An der Anode werden Wasserstoffmoleküle unter Abgabe von Elektronen zu positiv geladenen Wasserstoffionen oxidiert. Die Wasserstoffionen diffundieren durch die ionenleitende Polymerelektrolytmembran (Elektrolyt) zur Kathode.

An der Kathode reagieren die Wasserstoffionen mit Sauerstoff und den aus dem elektrischen Leiter zugeführten Elektronen zu Wasser.

Werden Anode und Kathode mit einem elektrischen Leiter (z.B. Elektromotor) verbunden, fließen die Elektronen (elektrischer Strom) von der Anode zur Kathode.

Anode:	$2\ H_2$	$\rightarrow$	$4\ H^+ + 4\ e^-$	*Oxidation (Elektronenabgabe)*
Kathode:	$O_2 + 4\ H^+ + 4\ e^-$	$\rightarrow$	$2\ H_2O$	*Reduktion (Elektronenaufnahme)*
Gesamtreaktion:	$2\ H_2 + O_2$	$\rightarrow$	$2\ H_2O$	$\Delta G = -237$ kJ/mol (bei 25°C)

Die theoretisch mögliche Spannung einer Einzelzelle ergibt sich aus den thermodynamischen Daten der Reaktion von Wasserstoff und Sauerstoff zu Wasser. Der Wert für eine Einzelzelle beträgt unter Standardbedingungen 1,23 V.

$$1{,}23\text{V} = \frac{\Delta G}{z \cdot F}$$

6 DV Lehrerinformation

Zündung eines Benzin-Luftgemischs

Lehrplanbezug
9.6.2 Energieumwandlung

Sicherheit:
- Schutzbrille
- Benzin-Luft– Gemische sind explosiv!

Schutzbrille tragen.

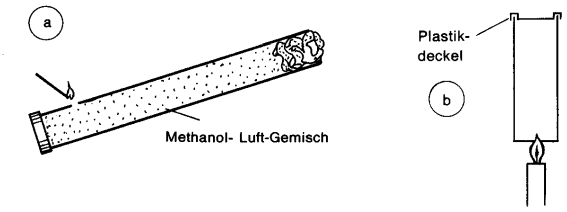
F+ hochentzündlich

Material:
- Papprohr oder Tennisballbehälter
- Zündquelle
- Tropfpipette
- Benzin oder Methanol

Vorbereitung:
Ein ca. 0,5 m langes Papprohr wird etwa 10 cm vor dem Ende mit einem Loch von ca. 0,5 cm Durchmesser versehen. Als Verschluss kann ein Stofflappen verwendet werden (a).
Alternativ kann man in einen Tennisballbehälter aus Blech am Boden ein Loch von ca. 3 mm Durchmesser anbringen. Als Verschluss dient hier der Kunststoffdeckel (b).

Versuchsdurchführung: .
Zeitbedarf: ca. 10 min.

In den vorbereiteten Behälter gibt man mit einer Tropfpipetteeinige Tropfen Benzin oder Methanol und verschließt das Gefäß mit dem Stofflappen oder dem Kunststoffdeckel. Anschließend schüttelt man kräftig, um ein explosionsfähiges Gasgemisch zu erhalten und zündet an der vorgesehenen Bohrung.



Auswertung:
Das Gemisch aus Benzin und Luft explodiert unter Freisetzung von Energie. Der Deckel wird dadurch weggeschleudert. Der Versuch kann als Modellversuch für das Prinzip des Verbrennungsmotors eingesetzt werden.

Entsorgung:
Keine besonderen Entsorgungsvorschriften zu beachten.

Erläuterungen:
Benzin-Luft-Gemische sind in bestimmten Mischungsverhältnissen explosionsfähig. Die Kohlenwasserstoffe reagieren bei Erreichen der Entzündungstemperatur explosionsartig mit dem Sauerstoff der Luft. Dabei spielt sich im wesentlichen folgende Reaktion ab:

Kohlenwasserstoffe + Sauerstoff ⟶ Kohlenstoffdioxid + Wasser + Energie

Als weitere Produkte entstehen unter anderem Kohlenstoffmonooxid, Stickstoffoxide sowie Schwefeloxide. Chemisch gebundene Energie wird in Bewegungsenergie und Wärme umgewandelt. Ein Verbrennungsmotor kann nur rund 20% der im Benzin enthaltenen Energie in Bewegungsenergie umwandeln, der Rest geht als Wärme verloren.

SCHÜLEREXPERIMENTE

7 SV Lehrerinformation

Herstellung von Sauerstoff / Glimmspanprobe

Lehrplanbezug:

7.2.3 Vorgang der Verbrennung, Chemische Reaktion, Oxidation

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit dem Gasbrenner!
- Kaliumpermanganat ist ätzend!

Material:

- Reagenzglas
- Laborbrenner
- Spatel
- Kaliumpermanganat
- Glimmspan

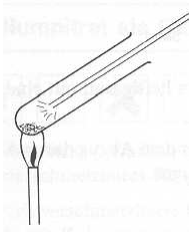
Vorbereitung:

Bereitstellen des Schülerarbeitsmaterials für jede Arbeitsgruppe.

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 10 min.

Die Schüler erhitzen eine Spatelspitze Kaliumpermanganat in einem trockenen Reagenzglas. Anschließend entzünden sie einen Glimmspan und pusten die Flamme aus, so dass der Span nur noch glimmt. Den Glimmspan tauchen sie in das Reagenzglas.



Beobachtung!

Auswertung:

Beobachtung: Beim Eintauchen des Glimmspans in das Reagenzglas entflammt der Glimmspan und brennt heftig ab.

Erklärung: Beim Erhitzen von Kaliumpermanganat entsteht Sauerstoff. Da reiner Sauerstoff die Verbrennung besser unterstützt als Luft, flammt der Glimmspan auf. Die Glimmspanprobe dient dem Chemiker als Nachweis für Sauerstoff.

Entsorgung:

Das verbrauchte Kaliumpermanganat gibt man in den Behälter für Feststoffe.

Erläuterungen:

Beim Erhitzen setzt Kaliumpermanganat Sauerstoff frei:

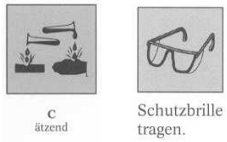
$$2\ KMnO_4 \longrightarrow K_2MnO_4 + MnO_2 + O_2$$

Verbrennungsvorgänge laufen in reinem Sauerstoff wesentlich heftiger ab, als in Luft, da die Konzentration des Reaktionspartners Sauerstoff erheblich größer ist.

$$C + O_2 \longrightarrow CO_2 + \text{Energie}$$

7 SV Schülerversuchsanleitung

Sicherheit:

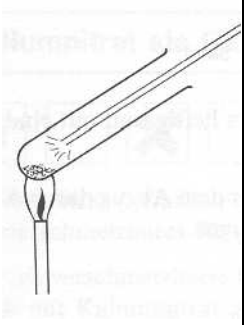


- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit dem Gasbrenner!
- Kaliumpermanganat ist ätzend!

Material:

- Reagenzglas
- Laborbrenner
- Spatel
- Kaliumpermanganat
- Glimmspan

Versuchsdurchführung:



1. Erhitze eine Spatelspitze Kaliumpermanganat in einem trockenen Reagenzglas.
2. Entzünde einen Glimmspan und puste die Flamme aus, so dass der Span nur noch glimmt.
3. Tauche den Glimmspan in das Reagenzglas!
4. Beobachte!

Auswertung:

Beobachtung:

3.2.1. Beim Eintauchen des Glimmspans in das Reagenzglas _____

_____

_____

Erklärung:

Beim Erhitzen von Kaliumpermanganat entsteht _____.

Da reiner _____ die Verbrennung besser unterstützt als

_____, _____ *der Glimmspan* _____.

Die Glimmspanprobe dient dem Chemiker als Nachweis für _____.

8 SV Lehrerinformation

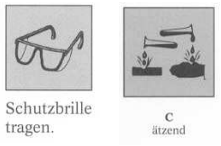
Kohlenstoffdioxid als Reaktionsprodukt / Kalkwasserprobe

Lehrplanbezug:

7.1.1 Zusammensetzung der Luft

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen
  (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)



Material:

- Einmachglas mit Deckel
- Teelicht
- Luftballons
- Luftpumpe
- gebogenes Glasrohr
- Gummistopfen
- Kalkwasser
- Becherglas oder Reagenzglas

Vorbereitung:

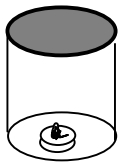
Kalkwasser: Ein Spatel $Ca(OH)_2$ wird in 1 Liter Wasser gegeben, einige Minuten umgerührt und sorgfältig filtriert.

Versuchsdurchführung:

Zeitbedarf: ca. 20 min.

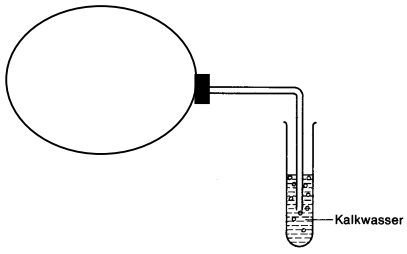
A Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt

In einem verschlossenen Einmachglas lässt man eine Kerze brennen, bis sie erlischt. Nachdem man die Kerze entnommen hat, gibt man etwas Kalkwasser in das Einmachglas, verschließt dieses wieder und schüttelt kräftig um. Beobachtung!



B Untersuchung der Atemluft

Man bläst je einen Luftballon mit dem Mund bzw. mit der Luftpumpe bis zu etwa der gleichen Größe auf und leitet den Inhalt der Ballons durch je ein Gefäß mit Kalkwasser. Beobachtung!



Auswertung:

Beobachtung: A Beim Umschütteln trübt sich das Klakwasser.
B Beim Luftballon mit der Atemluft trübt sich das Kalkwasser.

Folgerung: Bei der Verbrennung der Kerze sowie bei der Atmung entsteht ein Gas, das Kalkwasser trübt; es ist Kohlenstoffdioxid.

Entsorgung: --

Erläuterungen:

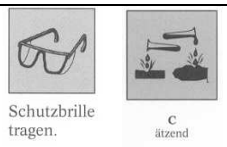
Beim Lösen von Kohlenstoffdioxid in Kalkwasser entsteht Calciumcarbonat als fein verteilter Niederschlag, der als Trübung wahrgenommen wird.

$$CO_2\uparrow + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

8 SV Schülerversuchsanleitung

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit Säuren und Laugen!



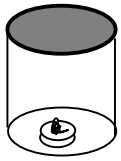
Material:

- Einmachglas mit Deckel
- Teelicht
- Luftballons
- Luftpumpe
- gebogenes Glasrohr
- Gummistopfen
- Kalkwasser
- Becherglas oder Reagenzglas

Versuchsdurchführung:

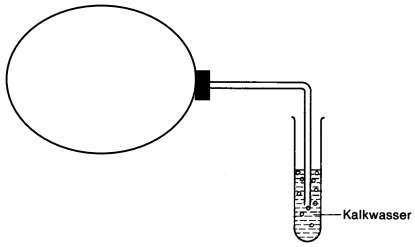
A

In einem verschlossenen Einmachglas lässt man eine Kerze brennen, bis sie erlischt. Nachdem man die Kerze entnommen hat gibt man etwas Kalkwasser in das Einmachglas, verschließt dieses wieder und schüttelt kräftig um. Beobachtung!



B

Man bläst je einen Luftballon mit dem Mund bzw. mit der Luftpumpe bis zu etwa der gleichen Größe auf und leitet den Inhalt der Ballons durch je ein Gefäß mit Kalkwasser. Beobachtung!



Auswertung:

A Beobachtung:

_____

_____

Folgerung: _____

_____

B Beobachtung: _____

_____

Folgerung: _____

_____

9 SV Lehrerinformation

Untersuchung der Kerzenflamme

Lehrplanbezug:

7.2.3 Vorgang der Verbrennung, Chemische Reaktion, Oxidation

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit dem Gasbrenner hinweisen

Schutzbrille tragen.

F+ hochentzündlich

Material:

- Porzellanschale
- Tiegelzange
- Glasrohr
- Kerze
- Streichholz

Vorbereitung: --

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 15 min.

A

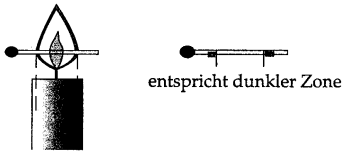
Man hält eine Porzellanschale einige Sekunden mit der Tiegelzange direkt über die Kerzenflamme.

Beobachtung!

B

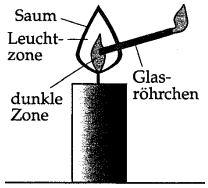
Ein Holzstäbchen hält man kurze Zeit quer in die dunkle Zone der Kerzenflamme.

Beobachtung!



C

Das eine Ende des Glasrohres hält man mit der Tiegelzange unmittelbar über dem Docht in die Kerzenflamme. An das freie Ende des Röhrchens bringt man nun eine Zündquelle.



Auswertung:

A

Beobachtung: An der Porzellanschale scheidet sich ein schwarzer Belag ab.
Folgerung: Die Kerzenflamme enthält *Kohlenstoff*, der sich als *Ruß* abscheidet

B

Beobachtung: Das Holzstäbchen hat nur dort Brandspuren, wo es mit dem Flammensaum in Berührung kam.
Folgerung: Die Kerzenflamme ist am Rand heißer als in der Mitte.

C

Beobachtung: Am freien Ende des Glasröhrchens lässt sich eine Tochterflamme erzeugen.
Folgerung: Aus der Mitte der Kerzenflamme wird gasförmiges Kerzenwachs abgezweigt, das am anderen Ende des Röhrchens entzündet werden kann.

Entsorgung: --

Erläuterungen:

Durch Wärmestrahlung der Flamme werden laufend aus dem Brennstoff gasförmige Zersetzungsprodukte gebildet. Die gasförmigen Stoffe verbrennen größtenteils im Gemisch mit Sauerstoff in der Randzone einer Diffusionsflamme, ein bestimmter Teil kann jedoch auch den Flammenbereich zusammen mit den eigentlichen Verbrennungsprodukten verlassen.

9 SV Schülerversuchsanleitung

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit offenem Feuer!

Schutzbrille tragen.

Material:

- Porzellanschale
- Tiegelzange
- Glasrohr
- Kerze
- Streichholz

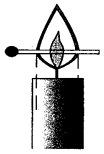
Versuchsdurchführung:

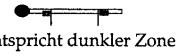
A
Man hält eine Porzellanschale einige Sekunden mit der Tiegelzange direkt über die Kerzenflamme.

Beobachtung!

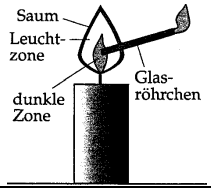
B
Ein Holzstäbchen hält man kurze Zeit quer in die dunkle Zone der Kerzenflamme.

Beobachtung!





C
Das eine Ende des Glasrohres hält man mit der Tiegelzange unmittelbar über dem Docht in die Kerzenflamme. An das freie Ende des Röhrchens bringt man nun eine Zündquelle.



Auswertung:

A

*Beobachtung:*_____

_____

Die Kerzenflamme enthält _____ , der sich als _____ abscheidet.

B

Beobachtung: _____

_____

Die Kerzenflamme ist am Rand _____ als in der _____.

C

Beobachtung: _____

_____

Aus der Mitte der Flamme wird _____ _____ abgezweigt.

10 SV Lehrerinformation

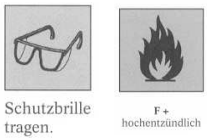
Verbrennung mit Katalysator

Lehrplanbezug:

7.2.3 Vorgang der Verbrennung, Chemische Reaktion, Oxidation

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit dem Gasbrenner hinweisen



Material:

- Porzellanschale
- feuerfeste Unterlage
- Sand
- Würfelzucker
- Emser Pastillen (nicht zuckerfrei!!)
- Zigarettenasche
- Spiritus

3.2.2. Vorbereitung: --

Versuchsdurchführung: .

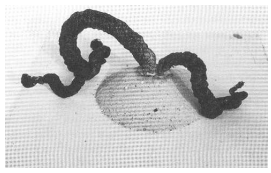
Zeitbedarf: ca. 10 min.

A

1. Man legt 2 Stücke Würfelzucker auf eine feuerfeste Unterlage.
2. Auf ein Stück gibt man an einer Ecke etwas Asche.
3. Nun versucht man, beide Stücke anzuzünden.

B

1. Auf einer feuerfesten Unterlage oder in einer Porzellanschale wird Sand zu einem Kegel aufgeschüttet.
2. In die Spitze des Kegels steckt man 2-3 Emser Pastillen, tränkt sie mit ca. 10 ml Spiritus und zündet an.



Auswertung:

A Der Würfelzucker mit der Asche brennt nach dem Entfernen der Zündquelle weiter, der andere Würfelzucker lässt sich nicht entzünden.

B Aus den brennenden Emser Pastillen entwickeln sich bis zu 1 m lange braun-schwarze Schlangen.

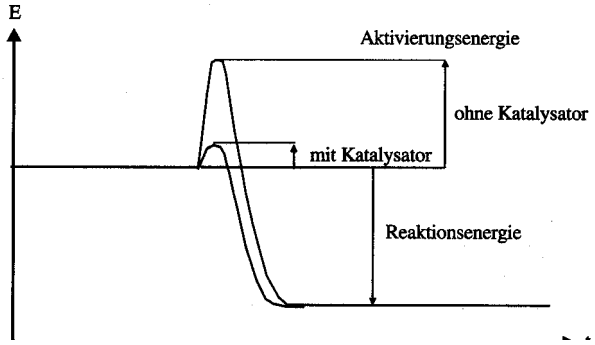
Lückentext:

Die Zigarettenasche wirkt bei diesem Versuch, wie der **Katalysator** beim Auto. Ein **Katalysator** bewirkt, dass eine chemische Reaktion **leichter ablaufen** kann, er selbst verändert sich dabei nicht. Das Brennen des Zuckers wird **erst durch** den **Katalysator** ermöglicht, beim Auto wird der Ausstoß **schädlicher Abgase** vermindert.

Entsorgung: Die Rückstände werden über den Hausmüll entsorgt.

Erläuterungen:

Bei beiden Versuchen wirken Metalloxide in der Zigarettenasche als Katalysatoren für die Verbrennung, d.h. sie ermöglichen den chemischen Vorgang der Verbrennung des Zuckers, ohne sich dabei selbst zu verändern. Ein Katalysator bewirkt eine Herabsetzung der Aktivierungsenergie einer chemischen Reaktion und somit eine Zunahme der Reaktionsgeschwindigkeit.



10 SV Schülerversuchsanleitung

Sicherheit:

Schutzbrille tragen.

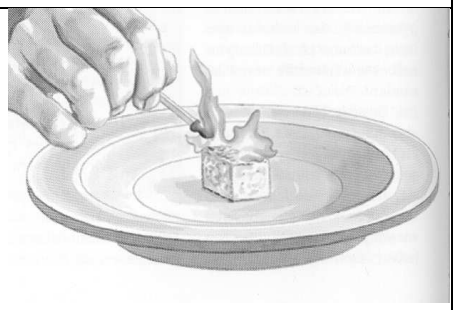
- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit offenem Feuer!

Material:

- feuerfeste Unterlage
- Feuerzeug/Streichhölzer
- Würfelzucker
- Zigarettenasche

Versuchsdurchführung:

3.2.2.1.



1. Lege 2 Stücke Würfelzucker auf eine feuerfeste Unterlage.

2. Auf ein Stück gibst du an einer Ecke etwas Asche.

3. Versuche nun, beide Stücke anzuzünden.

Auswertung:

Beobachtung : _____

_____

_____

_____

Die Zigarettenasche wirkt bei diesem Versuch, wie der _____

beim Auto. Ein _____ bewirkt, dass eine chemische Reaktion

_____ _____ kann, er selbst verändert sich dabei nicht.

Das Brennen des Zuckers wird _____ _____ den _____ ermöglicht,

beim Auto wird der Ausstoß _____ _____ vermindert.

11 SV Lehrerinformation

Rosten von Eisen

Lehrplanbezug:

7.2.3 Chemische Reaktion, stille Oxidation

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Kaliumpermanganat ist ätzend!

Material:

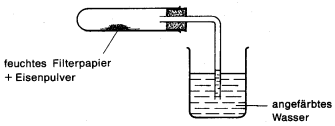
- 6 Stative mit Muffe und Klemme
- 6 Reagenzgläser
- 6 durchbohrte Stopfen
- Filterpapier
- 6 gewinkelte Glasrohre
- Stahlwolle oder Eisenpulver
- angefärbtes Wasser

Vorbereitung:

Soll Stahlwolle verwendet werden, sollte diese vor dem Versuch mit Aceton entfettet werden. Wasser kann mit einigen Kristallen Kaliumpermanganat angefärbt werden.

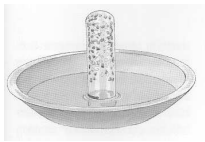
Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 20 min.



Etwas Eisenpulver oder entfettete Stahlwolle gibt man auf ein Stückchen Filterpapier, feuchtet mit verdünnter Essigsäure an und schiebt beides in ein Reagenzglas. Das Reagenzglas wird mit einem Gummistopfen mit gewinkeltem Glasrohr verschlossen. Nun wird das Reagenzglas so in ein Stativ eingespannt, dass das Glasrohr in ein Becherglas mit gefärbtem Wasser eintaucht. Beobachtung!

Alternativ streut man in ein mit verdünnter Essigsäure angefeuchtetes Reagenzglas Eisenpulver, so dass dieses an der Glaswand haften bleibt. Das überschüssige Eisenpulver schüttet man aus und stellt das so präparierte Reagenzglas in eine Schüssel mit angefärbtem Wasser. Beobachtung!



Auswertung:

Beobachtung: Das Wasser beginnt im Glasrohr anzusteigen, offensichtlich ist im Reagenzglas ein Unterdruck entstanden.

Folgerung: Der Sauerstoff der Luft hat mit dem Eisen zu Eisenoxid reagiert (Rosten).Da ein Teil der Luft nun in Form eines Feststoffes (Eisenoxid) chemisch gebunden ist, hat das Gasvolumen im Reagenzglas abgenommen und so den Unterdruck erzeugt, der durch das Ansteigen des Wassers ausgeglichen wurde.

Wortgleichung: Eisen + Sauerstoff $\longrightarrow$ Eisenoxid (Rost)

Entsorgung: --

Erläuterungen:

Das Rosten von Eisen ist , ebenso wie die Atmung, eine stille Oxidation. Das entstehende Eisenoxid hat keine einheitliche chemische Zusammensetzung, es kann aus unterschiedlichen Eisenoxidmodifikationen bestehen. Zur Bildung von Rost ist neben Luftsauerstoff als Oxidationsmittel auch Wasser in flüssiger Form erforderlich, Rost bildet sich also erst oberhalb einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70 %. Das auch Korrosion genannte Rosten verursacht trotz umfangreicher Korrosionsschutzmaßnahmen jährlich Schäden in Millionenhöhe, weshalb vermehrt rostfreie Edelstähle eingesetzt werden.In saurer Umgebung wird das Rosten von Eisen verstärkt, während im alkalischen Bereich das Rosten stark verzögert wird. Diesen Effekt macht man sich bei der Armierung von Stahlbeton zu Nutze.

11a SV Schülerversuchsanleitung

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Kaliumpermanganat ist ätzend!

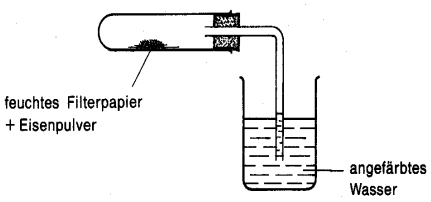
Schutzbrille tragen.

Material:

- Stativ mit Muffe und Klemme
- Reagenzglas
- durchbohrter Stopfen
- Filterpapier
- gewinkeltes Glasrohr
- Stahlwolle oder Eisenpulver
- angefärbtes Wasser

Versuchsdurchführung:

1. Etwas Eisenpulver gibt man auf ein Stückchen Filterpapier, feuchtet gut an und schiebt beides in ein Reagenzglas.
2. Das Reagenzglas wird mit einem Gummistopfen mit gewinkeltem Glasrohr verschlossen.
3. Nun wird das Reagenzglas so in ein Stativ eingespannt, dass das Glasrohr in ein Becherglas mit gefärbtem Wasser eintaucht.
4. Beobachtung!



Auswertung:

Beobachtung: _____

_____

Folgerung: _____

_____

_____

Wortgleichung:

_____ + _____ ⟶ _____

11b SV Schülerversuchsanleitung

Sicherheit:

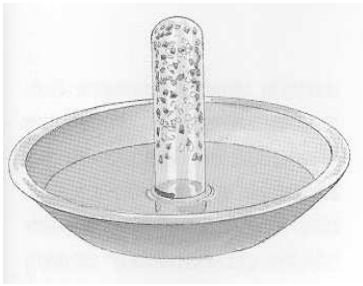
- Schutzbrille tragen!
- Kaliumpermanganat ist ätzend!

Schutzbrille tragen.

Material:

- Reagenzglas
- Wanne oder Teller
- Eisenpulver
- angefärbtes Wasser

Versuchsdurchführung:



1. Spüle ein Reagenzglas mit Leitungswasser aus.
2. Gib in das Reagenzglas eine Spatelspitze Eisenpulver und drehe das Reagenzglas, so dass möglichst viel Eisenpulver an der Glaswand haften bleibt.
3. Schütte das überschüssige Eisenpulver wieder aus.
4. Das so präparierte Reagenzglas stellst du in eine Wanne mit angefärbtem Wasser

Auswertung:

Beobachtung: _____

_____

Folgerung: _____

_____

_____

Wortgleichung:

_____ + _____ ⟶ _____

12 SV Lehrerinformation

Redoxreaktionen mit Kupfer

Lehrplanbezug:

7.2.3 Vorgang der Verbrennung, Chemische Reaktion, Oxidation

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit dem Gasbrenner hinweisen

Material:

- Kupferblech
- Tiegelzange
- Laborbrenner
- Becherglas
- Kupfersulfat
- Eisennagel

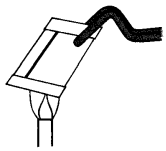
3.2.3. Vorbereitung: --

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 10 min.

A

Man faltet ein ca. 10 cm x 10 cm großes Stück Kupferblech, indem man es zunächst in der Mitte umknickt und anschließend die Ränder fest umbiegt. Dann glüht man diesen „Kupferbrief“ in der Brennerflamme und faltet ihn nach dem Abkühlen wieder auseinander. Beobachtung!



B

Man taucht einen blankgescheuerten Eisennagel ca 1 Minute lang in eine Kupfersulfat-Lösung. Beobachtung!

Auswertung:

A Beobachtung: Das Kupferblech hat sich außen mit einer Oxidschicht überzogen, im inneren Bereich ist es unverändert geblieben.
Folgerung: Die Oxidschicht konnte nur dort entstehen, wo Luftzutritt möglich war.

B Beobachtung: Der Eisennagel überzieht sich mit einer rotbraunen Kupferschicht.
Folgerung: Das Kupfer aus der Kupfersulfatlösung hat sich als elementares Kupfer an de Eisennagel abgeschieden.

Entsorgung:

Die Kupfersulfatlösung gibt man in den Behälter für Säuren und Laugen.

Erläuterungen:

Bei beiden Versuchen spielen sich Redoxreaktionen ab.

A Das Kupfer wird durch den Luftsauerstoff zu Kupferoxid oxidiert.

B Die Kupfer-Ionen der Kupfersulfat-Lösung werden zu elementarem Kupfer reduziert, das sich an dem Eisennagel abscheidet. Als Reduktionsmittel dient das Eisen des Eisennagels, das zu Eisen II oxidiert wird und Eisensulfat in Lösung geht.

12 SV Schülerversuchsanleitung

Sicherheit:

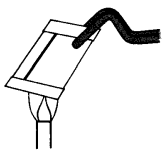
- Schutzbrille tragen!
- Kaliumpermanganat ist ätzend!

Material:

-
-
-
-

Versuchsdurchführung:

A



1. Falte ein ca. 10 cm x 10 cm großes Stück Kupferblech, indem du es zunächst in der Mitte umknickst und anschließend die Ränder fest umbiegst.
2. Dann glühst du diese Kupferbrief in der Brennerflamme und faltest ihn nach dem Abkühlen wieder auseinander.
3. Beobachtung!

B

1. Tauche einen blankgescheuerten Eisennagel ca. 1 Minute lang in eine Kupfersulfat-Lösung.
2. Beobachtung!

Auswertung:

A

*Beobachtung:*_____

_____

Folgerung:

_____

_____

B

Beobachtung: _____

_____

Folgerung:

_____

BRENNERFÜHRERSCHEIN

FÜR

_____

Bestandteile des Laborbrenners:

_____

_____

_____

Bedienung des Laborbrenners:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Die Brennerführerscheinprüfung wurde bestanden/nicht bestanden.

_____, _____ _____

Ort Datum Unterschrift

Literatur

- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUMS FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST: Lehrplan für die Hauptschule. KWMB1 I So.-Nr. 1/1997.

- PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H.J.: Konkrete Fachdidaktik Chemie. München 2002.

- SCHMIDTKUNZ, H., LINDEMANN, H.: Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren – Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht, München 1981.

- ROSSA, E.: Experimentieren im Chemieunterricht – bildend, sicher, umweltgerecht. NiU-Chemie 3 (1992) Nr.14, S. 4-6.

- HÄUSLER, K., RAMPF, H., REICHELT, R,: Experimente für den Chemieunterricht. München 1991.

- SCHWEDT, G.: Experimente mit Supermarktprodukten. Weinheim 2001

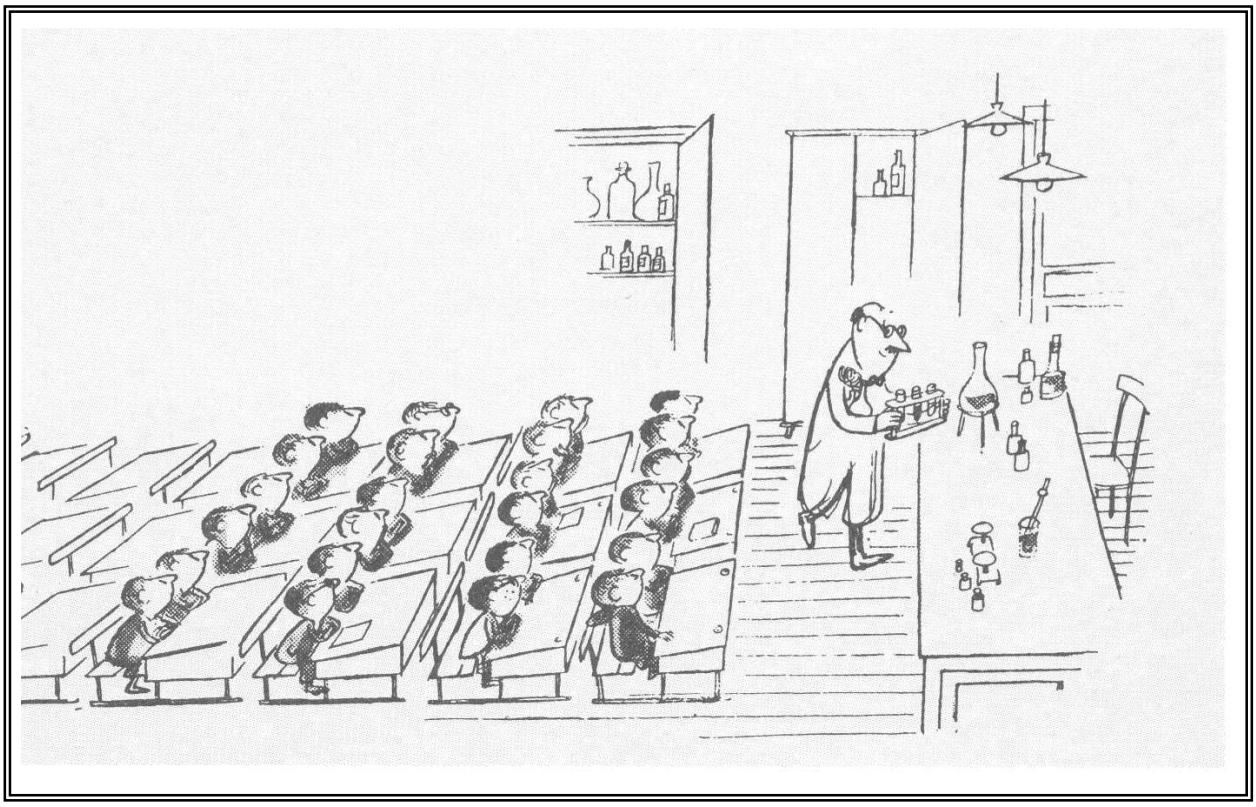
- WAGENSCHEIN, M.: Rettet die Phänomene! MNU 30. Jg., H. 3, 1977, S.9.

- HOLLEMANN, A., WIBERG, N.: Lehrbuch der anorganischen Chemie. Berlin 1985.

- PFEIFER, P. (Hrsg.): Feuer-Feuer löschen. NiUCh 1 (1990) Nr.1.

Physik / Chemie / Biologie in der Hauptschule

Säuren, Laugen und Salze



Referenten: Prof. Dr. Peter Pfeifer
Dipl.-Chem. Ulrich Barth, L

Säuren und Laugen im Haushalt; Gefahren
1 **SV** Geschmackstest von Säuren in Lebensmitteln
2 **SV** Wirkung von Säuren auf Eiweiß
3 **LV** Eigenschaften von Schwefelsäure

Nachweisen von Säuren und Laugen mit Blaukrautindikator
4 **SV** Herstellung von Blaukrautindikator
5 **SV** Nachweisen von Säuren und Laugen mit Blaukrautindikator

Messung des pH-Werts mit Indikatoren
6 **SV** Messung des pH-Werts mit Indikatorpapier
7 **SV** Messung des pH-Werts mit Flüssigindikator
8 **SV** Messung des pH-Wertes einer Verdünnungsreihe

Reaktionen von Säuren und Laugen
9 **SV** Entkalkung von Haushaltsgeräten
10 **SV** Reaktion von Salzsäure mit Marmor
11 **SV** Reaktion von Säuren mit Metallen

Herstellung von Säuren und Laugen
12 **LV** Herstellung von Salzsäure aus Kochsalz
13 **LV** Herstellung von Natronlauge aus Natrium
14 **SV** Herstellung von Kohlensäure

Neutralisationsreaktion und Salze
15 **LV** Neutralisation von konzentrierter Salzsäure mit konzentrierter Natronlauge
16 **SV** Neutralisation von verdünnter Salzsäure mit verdünnter Natronlauge
17 **SV** Flammenfärbung durch Salze

Theoretische Grundlagen zu Säuren, Laugen und Salzen

Säuren und Laugen

Nach Arrhenius (1859 – 1927) sind Säuren, Basen und Salze Stoffe, die in wässriger Lösung durch Dissoziation als geladene Teilchen, sogenannte Ionen, vorliegen. Positiv geladene Ionen heißen Kationen, negativ geladene Teilchen heißen Anionen.
Säuren sind Stoffe, die in wässriger Lösung positiv geladene Wasserstoff-Ionen H^+ bilden, z.B.

$$HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$$

Die wässrige Lösung einer Säure bezeichnet man oft als Säure und unterscheidet nicht zwischen wasserfreier Säure und Säurelösung. Der pH-Wert liegt < 7
Basen sind Stoffe, die in wässriger Lösung negativ geladene Hydroxid-Ionen OH^- bilden, z.B.

$$NaOH \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

Die wässrige Lösung einer Base bezeichnet man als Lauge. Der pH-Wert liegt > 7
Salze sind Stoffe, die in wässriger Lösung Kationen und Anionen bilden, z.B.

$$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

Die wässrige Lösung von Salzen bezeichnet man als Salzlösung. Der pH-Wert einer Salzlösung liegt häufig um 7, kann aer auch nach oben oder unten davon abweichen.

pH-Wert

Der pH-Wert ist ein Maß dafür, wie sauer bzw. alkalisch eine Lösung ist.
Definiert ist der pH-Wert als negativer dekadischer Logarithmus der Wasserstoffionenkonzentration: $pH = -\lg C_{H+}$

Der pH-Wert wird also umso kleiner, je höher die Konzentration von H^+-Ionen ist. Reines Wasser besitzt einen pH-Wert von 7. Säuren haben pH-Werte < 7. Je kleiner der pH-Wert, desto saurer ist die Lösung. Laugen haben pH-Werte >7. Je größer der pH-Wert, desto alkalischer die Lösung.

Aus der dekadisch-logarithmischen Definition des pH-Wertes folgt, dass sich die Konzentration der H^+ -Ionen mit einem ganzen pH-Sprung um das 10-fache ändert.

Beispiel: Eine 1 molare Salzsäure (36,4 g HCl /1 Liter Wasser) hat den pH-Wert 0, eine auf das 10-fache verdünnte Lösung den pH-Wert 1, eine auf das 100-fache verdünnte Lösung den pH-Wert 2, eine auf das 1000-fache verdünnte Lösung den pH-Wert 3 usw.

Neutralisation (starker Säuren mit starken Basen)

Bei der Neutralisation reagiert eine Säurelösung unter Freisetzung von Energie mit einer Lauge, am Neutralpunkt ist die Anzahl der Wasserstoffionen H^+ und der Hydroxidionen OH^- gleich groß, die Lösung hat den pH-Wert 7. Beispiel für eine derartige Neutralisation ist die Reaktion von Salzsäure mit Natronlauge, wobei Kochsalzlösung entsteht:

$$H^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \longrightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$$

Für die eigentlichen Reaktionspartner kann man formulieren:

$$H^+ + OH^- \longrightarrow$$

Tipps zur Durchführung von Schülerexperimenten

- Experimentiermaterial für die Gruppen auf Tabletts zusammenstellen
- Experimente vorher ausprobieren.
- Schüler sollten Gruppenarbeit gewohnt sein.
- Maximal 4 Schüler pro Gruppe.
- Ausreichend Zeit für das Experimentieren einplanen.
- Bewusstsein für die Gefahren beim Experimentieren wecken.
- Vorher auf die notwendige Disziplin beim Experimentieren aufmerksam machen.
- Stets auf dem Tragen von Schutzbrillen bestehen, selbst Schutzbrille tragen.
- Mit einfachen Experimenten beginnen.
- Den Schülern Zeit zum Ausprobieren geben.
- Experimente in geeigneten Unterrichtsverlauf einbetten.
- Material erst direkt vor dem Experimentieren ausgeben.
- Auf gewissenhafter Reinigung des Materials bestehen.
- Material vor der Auswertung des Experiments einsammeln.

Sicherheitsrichtlinien und Entsorgung

Maßgebend für die Sicherheit und Entsorgung sind, basierend auf dem *Chemikaliengesetz*, der *Gefahrstoffverordnung* sowie den *Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht* die ***Empfehlungen für Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht***. Dieser Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 9. September 1994 in der Fassung vom 28. März 2003 wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst mit Bekanntmachung vom 09. September 2003 als verbindliche Vorschrift für den Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern an den allgemeinbildenden Schulen in Bayern in Kraft gesetzt. Die vollständige Fassung dieser Richtlinien steht unter www.km.bayern.de/km/lehrer/informationen zur Verfügung.

Sicherheit beim Experimentieren

Das Experimentieren im naturwissenschaftliche Unterricht erfordert ein hohes Maß an Umsicht und Verantwortungsbewusstsein. Dabei müssen zwei Punkte beachtet werden:

- *Die Gesundheit von Schülern und Lehrern darf so wenig wie möglich gefährdet werden.*
- *Eine Belastung der Umwelt muss weitmöglichst vermieden werden.*

Beim Experimentieren kann es u.a. zu folgenden Gefährdungen kommen:

- *Verletzungen der Augen durch Glassplitter, heiße Flüssigkeiten oder ätzende Chemikalien.*
- *Verbrennungen z. B. beim Umgang mit dem Laborbrenner.*
- *Verbrühungen durch siedendes Wasser*
- *Verätzungen der Haut durch Säuren oder Laugen*
- *Schnittwunden durch unsachgemäßen Umgang mit Glasgeräten.*

Diese Gefahren lassen sich jedoch weitgehend reduzieren bzw. ausschließen, wenn man die im Folgenden beschriebenen Experimentierregeln beachtet. Als wichtige Grundsätze sollten stets gelten:

- **Sicherheit hat stets Vorrang.**
- **Möglichst ungefährliche Experimente auswählen.**

Experimentierregeln

- Auf Sicherheit achten.
- Schutzbrille tragen.
- Erste-Hilfe-Kasten, Branddecke, Augenwaschflasche bereithalten.
- Vorsicht beim Umgang mit dem Laborbrenner, lange Haare zusammenbinden.
- Brenner sofort ausdrehen, wenn er nicht mehr benötigt wird.
- Chemikalien niemals in Lebensmittelgefäße geben.
- Chemikalien nur in ordnungsgemäß beschrifteten Gefäßen aufbewahren.
- Prüfen, ob das Experiment auch mit ungefährlicheren Chemikalien durchzuführen ist.
- Versuche mit möglichst kleinen Substanzmengen durchführen.
- Glasrohre vor dem Einstecken in Gummistopfen anfeuchten.
- Gummistopfen und Glasgeräte auseinandernehmen, sie verkleben sonst miteinander.
- Feste Chemikalien mit sauberem Löffel oder Spatel entnehmen.
- Flüssige Chemikalien mit der Saugpipette entnehmen oder ausgießen.
- Keine Chemikalien in Vorratsflaschen zurückgeben.
- Beim Umfüllen geeigneten Trichter verwenden.
- Flüssigindikatoren tropfenweise verwenden, leichte Färbung der Lösung genügt.
- Nicht mit brennbaren Flüssigkeiten in der Nähe von offenen Flammen (Brenner) hantieren.
- Beim Verdünnen von Säuren zunächst das Wasser in das Gefäß geben, erst dann die Säure.“Erst das Wasser, dann die Säure, sonst geschieht das Ungeheure!“
- Geräte nach dem Experiment sorgfältig reinigen.
- Geräte an ihren Platz zurücklegen.
- Chemikalienabfälle umweltgerecht entsorgen.
- Glasabfälle in besonderem Behälter sammeln.
- Küchenpapier-Rolle zum Aufwischen bereithalten.

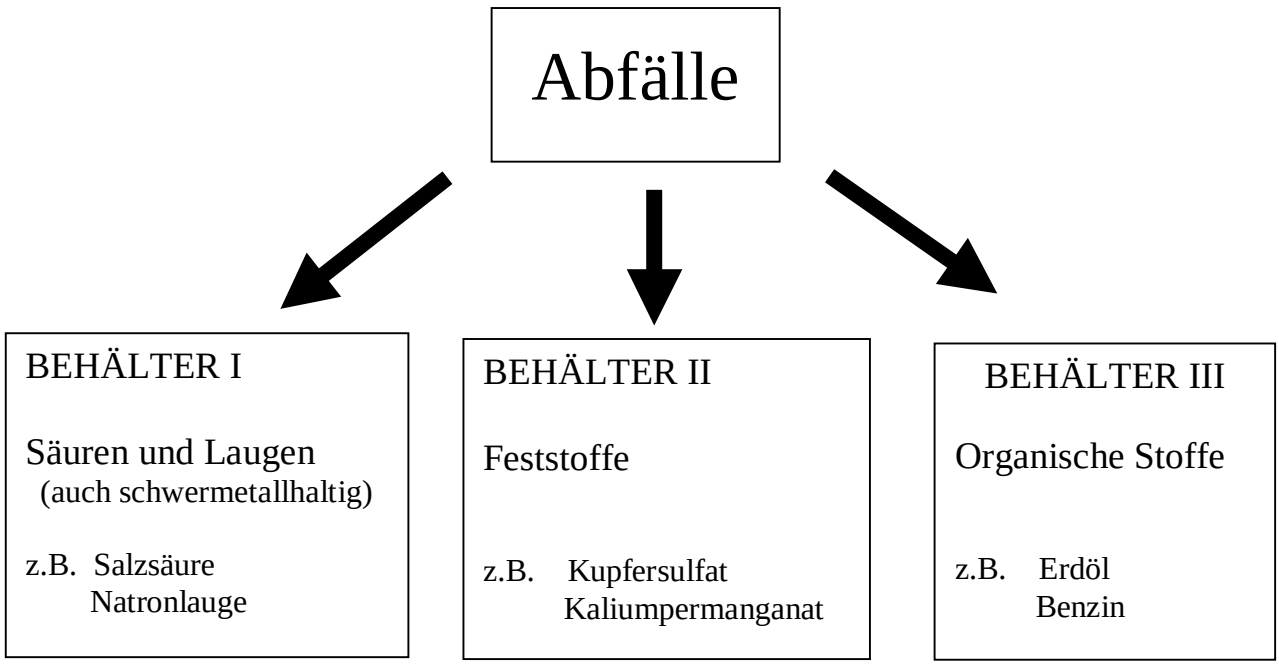
Entsorgung von Chemikalienabfällen

Allgemein gilt die Regel: **Vermeidung** geht vor **Wiederverwertung** geht vor **Entsorgung**.

Vermeidung bedeutet, dass man zunächst versuchen sollte, Experimente mit Stoffen durchzuführen, die keine Gefahr für die Umwelt darstellen. Ein Beispiel hierfür wäre die Verwendung von Lebensmittelsäuren bei Untersuchungen des pH-Werts.

Bei der **Wiederverwertung** (Recycling) werden die Stoffe, wie der Name schon sagt, für weitere Experimente wieder verwertet. Verdünnte Schwefelsäure kann z.B. gesammelt und für den Betrieb einer Hoffmann`schen Wasserzersetzungsapparatur verwendet werden.

Für die **Entsorgung** kann an der Hauptschule ein vereinfachtes Entsorgungsschema eingesetzt werden, da in der Regel nur relativ wenige problematische Chemikalien verwendet werden:



Beispiel für die Artikulation einer Unterrichtseinheit

Artikulation nach Schmidkunz - Lindemann	Unterrichtsverlauf / Organisation
	Vorbereitung des Experimentiermaterials
1 Problemgewinnung Problemgrund Problemfindung Problemformulierung	Folie, Buch, Originalbegegnung, Lehrererzählung. Unterrichtsgespräch. Die Schüler formulieren das Problem. Fixierung des Problems an der Tafel
2 Überlegungen zur Problemlösung Analyse des Problems Vorschläge zur Problemlösung Entscheidung für einen Lösevorschlag	 Unterrichtsgespräch: Wie kann das Problem gelöst werden? Formulierung von Hypothesen.
3 Durchführung eines Problemlösevorschlags Planung des Lösevorschlags Praktische Durchführung des Lösevorschlags Erörterung und Zusammenfassung der Ergebnisse	 Schüler planen das Experiment. Die Versuchsanleitung wird durchgesprochen. Das Experimentiermaterial wird ausgegeben. Schüler experimentieren in Gruppen. Das Experimentiermaterial wird eingesammelt. Schüler stellen ihre Ergebnisse vor. Fixierung der Ergebnisse an der Tafel.
4 Abstraktion der gewonnenen Erkenntnisse Ikonische Abstraktion Verbale Abstraktion Symbolhafte Abstraktion	 Zeichnen von Darstellungen. Formulieren von Merksätzen, Wortgleichungen. Entwickeln von Formelgleichungen.
5 Wissenssicherung Anwendungsbeispiele Wiederholung des Inhalts und der Denkphasen Lernzielüberprüfung	 Anwendungen aus dem Erfahrungsbereich der Schüler. Schüler formulieren mit eigenen Worten die gewonnenen Erkenntnisse.

Geschmackstest von Säuren in Lebensmitteln

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - aus dem Erfahrungsbereich der Schüler z.B. im Haushalt;

Sicherheit:

- Geschmackstests dürfen nur mit Lebensmitteln durchgeführt werden!

Material:

- Kleine Löffel
- Nummerierte Gefäße (1 bis 8), die nur für Lebensmittel verwendet werden
- Lebensmittel, die zum Teil Säuren enthalten,
  z.B. Zitronensaft, Vitamin C – Pulver, Cola, Milch, Zucker, Joghurt, Apfelsaft, Essig.

Vorbereitung:

Frische Lebensmittel werden vom Lehrer in die sauberen, nummerierten Gefäße abgefüllt.

Versuchsdurchführung: **Zeitbedarf: ca. 20 min**

Die Schüler holen sich das Versuchsmaterial, testen den Geschmack der Lebensmittel und versuchen herauszufinden, um welche Lebensmittel es sich handelt. Ihre Eindrücke und Vermutungen tragen sie in eine Tabelle ein. Nach Beendigung des Versuchs spülen die Schüler die Geräte sauber ab und bringen sie auf den Tabletts zurück

Auswertung:

Die Ergebnisse der Schülergruppen werden gesammelt, auf unterschiedliche Geschmackseindrücke wird eingegangen. Als gemeinsames Ergebnis wird sich der saure Geschmack einiger Lebensmittel ergeben.

Einige der getesteten Lebensmittel schmecken sauer.
Lebensmittel, die sauer schmecken enthalten Säuren.

Entsorgung:

Es sind keine Entsorgungsvorschriften zu beachten.

Erläuterungen:

Der saure Geschmack von Lebensmitteln wird durch enthaltene Säuren hervorgerufen.
Beispiele für Säuren in Lebensmitteln:

- Zitronensäure, z.B. in Limonade
- Essigsäure, z.B. in Essiggurken
- Milchsäure, z.B. in Sauerkraut
- Kohlensäure, z.B. in Mineralwasser
- Ascorbinsäure, z.B. in Fruchtsäften
- Phosphorsäure, z.B. in Cola
- Weinsäure, z.B. in Wein
- Ameisensäure, z.B. in Honig

Durch die Geschmacksprüfungen wird der aus dem Alltag bekannte Begriff „sauer“ mit einer Stoffgruppe, den Säuren verknüpft. Die Schüler erfahren, dass Säuren sauer schmecken und nicht zwangsläufig etwas Gefährliches, weil Ätzendes sein müssen.

Sicherheit:

- Geschmackstests nur mit Lebensmitteln durchführen!

Material:

- Lebensmittel in nummerierten Gefäßen
- Kleine Löffel

Versuchsdurchführung:

1. Prüfe die verschiedenen Lebensmittel auf ihren Geschmack!
2. Versuche, den Geschmack zu beschreiben, und trage ihn in die Tabelle ein!
3. Um welche Lebensmittel könnte es sich handeln? Trage in die Tabelle ein!

Auswertung:

	Geschmack	Lebensmittel
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

Einige der getesteten Lebensmittel schmecken _____ .

Lebensmittel, die _____ schmecken, enthalten _____ .

Wirkung von Säuren auf Eiweiß

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - aus dem Erfahrungsbereich der Schüler z.B. im Haushalt;
- sachgemäßer Umgang, Gefahren

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)

Schutzbrille tragen.

Material:

- PVC-Pipetten
- 2 Bechergläser 250 ml
- Trichter
- Glaswolle
- Quirl
- Filterpapier

Zusätzlich benötigtes Material:

- Milch bzw. Hühnerei
- Zitronensaft
- Box: 6 mal 6 Bechergläser 50 ml
- Vitamin C – Pulver
- Zitronensäure

Vorbereitung:

Eiweißlösung: Das Eiklar eines rohen Hühnereis verquirlt man mit 150 ml Wasser, dem man eine Prise Kochsalz zugesetzt hat und filtriert über Glaswolle (kann auch von den Schülern durchgeführt werden).

Versuchsdurchführung: **Zeitbedarf: ca. 15 min.**

In ein Becherglas 50 ml legt man ca. 20 ml Milch bzw. Eiweißlösung vor.
Man erhitzt die Flüssigkeit vorsichtig auf ca. 60 °C. Anschließend gibt man eine Säure zu.
Die entstehende Ausflockung kann abfiltriert werden.

Auswertung:

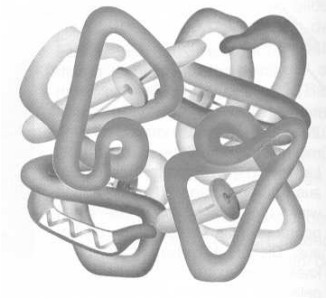
Bei der Zugabe von Säuren beobachtet man eine Ausflockung des Eiweißes.
Die Lösung flockt bei der Zugabe von Säuren aus.
Durch die Säuren wird die Struktur des Eiweißes verändert bzw. zerstört.

Entsorgung:

Die Abfälle können über die Kanalisation entsorgt werden.

Erläuterungen:

Eiweiße (Proteine) sind in der belebten Natur allgegenwärtig, man findet sie gleichermaßen in Tieren, Pflanzen und Mikroorganismen, z.B. in Muskeln, im Blut, im Bindegewebe, in Sehnen und Bändern, im Serum, in Haaren, in Seidenfäden, in Milch, in Samen und Knollen usw. Sie bestehen aus Ketten von Aminosäuren, die eine bestimmte räumliche Struktur einnehmen. Durch die Säure wird zunächst die Raumstruktur verändert (Denaturierung), später werden auch die Ketten in einzelne Aminosäuren aufgespaltet (saure Hydrolyse). Die Abbildung zeigt die räumliche Eiweißstruktur des Blutfarbstoffs Hämoglobin.


Hämoglobin

Auf der eiweißzerstörenden Wirkung der Säuren beruht z.B. u.a. die ätzende Wirkung auf die Haut, die bakterientötende Wirkung der Magensäure bzw. die Konservierung von Lebensmitteln mit Säure (Essiggurken, saure Heringe).

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit dem Gasbrenner!

Schutzbrille tragen.

Material:

- Becherglas 50 ml
- Glasstab
- Trichter
- Gasbrenner
- Dreifuß mit Keramikdrahtnetz
- Filterpapier

Versuchsdurchführung:

1. Gib in ein 50 ml Becherglas ca. 20 ml Milch oder Eiweißlösung.
2. Erhitze die Flüssigkeit mit dem Gasbrenner auf 60℃. Stelle den Gasbrenner ab.
3. Gib Zitronensaft, Vitamin C-Pulver oder Zitronensäure dazu.
4. Filtriere die Flüssigkeit durch einen Kaffeefilter.

Auswertung:

1. Was beobachtest du beim Zugeben der Säure?

_____

_____

2. Beschreibe, was du beim Filtrieren beobachtest.

_____

_____

Eiweißlösungen wie z.B. Milch _____bei der Zugabe von Säuren_____.

Durch die Säuren wird die räumliche Struktur der Eiweiße _____.

Ähnliches geschieht, wenn konzentrierte _____ auf die Haut kommen.

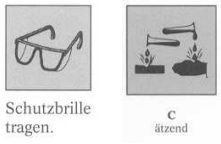
Eigenschaften von Schwefelsäure

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - sachgemäßer Umgang, Gefahren

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)



Material:

- PVC-Pipetten
- 2 Bechergläser 250 ml
- 6 Petrischalen
- Konzentrierte Schwefelsäure
- Papier, Korken, Würfelzucker

Vorbereitung: --

Versuchsdurchführung:

A ! Vorsicht ! Immer zuerst das Wasser, dann die konzentrierte Schwefelsäure zugeben!!!

1. Man füllt in ein Becherglas 10 ml Wasser, misst die Temperatur und notiert das Ergebnis.
2. Jetzt gibt man mit der Pipette vorsichtig 20 ml konzentrierte Schwefelsäure dazu.
3. Nach dem Umrühren misst man wieder die Temperatur der Lösung.

B

1. In drei Petrischalen gibt man ein Stück Papier, ein Stück Zucker und einen Flaschenkorken.
2. Auf alle drei Proben tropft man mit der Pipette etwas konzentrierte Schwefelsäure. **Beobachtung!**
3. Man wiederholt den Versuch mit verdünnter Schwefelsäure. (Dazu kann 1 ml der Schwefelsäure aus Versuch A mit 100 ml Wasser verdünnt und verwendet werden.) **Zeitbedarf: ca. 15 min.**

Auswertung:

A Bei der Mischung von Wasser mit konzentrierter Schwefelsäure ist eine drastische Temperaturerhöhung zu beobachten.

B Die organischen Substanzen werden durch die konzentrierte Schwefelsäure zerstört. Die Proben zeigen dabei eine schwarz-braune Verfärbung. Die verdünnte Schwefelsäure greift die Proben nicht an.

Entsorgung:

Die Abfälle werden in den Behälter für Säureabfälle gegeben.

Erläuterungen:

Die Erhitzung der konz. Schwefelsäure bei der Mischung mit Wasser ist auf ihre starke wasseranziehende Wirkung zurückzuführen, es bilden sich unter Wärmefreisetzung Hydrate der Schwefelsäure
(z.B. $H_2SO_4 \cdot 2\ H_2O$). Die zerstörende Wirkung auf menschliches, tierisches und pflanzliches Gewebe beruht ebenso auf der wasseranziehenden Wirkung. Den organischen Kohlenwasserstoff-Verbindungen wird Wasser entzogen, ihre Struktur wird zerstört, sie färben sich auf Grund des entstehenden Kohlenstoffs schwarz.

A

Temperatur des Wassers: _____

Temperatur der Schwefelsäure: _____

Temperatur der Mischung: _____

Beim Mischen von Wasser und Schwefelsäure ._____

_____

B

1. Beschreibe die Wirkung der konzentrierten Schwefelsäure auf die Stoffe!

_____

_____

_____

_____

2. Beschreibe die Wirkung der verdünnten Schwefelsäure auf die Stoffe!

_____

_____

_____

_____

Herstellung von Blaukrautindikator

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - Nachweisen von Säuren und Laugen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit dem Gasbrenner hinweisen

Material:

- Becherglas 250 ml
- Becherglas 50 ml
- Schneidebrettchen, Messer
- Gasbrenner mit Keramikdrahtnetz
- PVC Trichter, Kaffeefilter
- Ethanol (Brennspiritus) **F** leicht entzündlich
- PVC Tropfflasche
- rohe Blaukrautblätter

Vorbereitung:

Rohe Blaukrautköpfe sind das ganze Jahr über erhältlich, es genügt ein kleiner Kopf. Gasbrenner auf Funktionsfähigkeit prüfen.

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 30 min.

Die Schüler stellen gemäß der Versuchsanleitung den Blaukrautindikator her und füllen diesen zur späteren Verwendung in PVC-Tropfflaschen ab. Einige Tropfen des Indikators werden in 20 ml Wasser gegeben und die Färbung beobachtet. Anschließend werden alle verwendeten Geräte sorgfältig gereinigt. Der Blaukraut-indikator kann in den Tropfflaschen einige Wochen aufbewahrt werden

Auswertung:

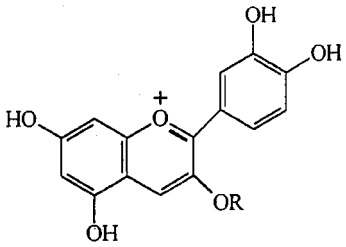
Die Schüler dokumentieren ihre Beobachtungen beim Herstellen des Indikators und beim Eintropfen in Wasser. Sie stellen fest, dass dem Blaukraut ein Farbstoff entzogen wurde, der in konzentrierter Lösung lila erscheint. **Einige Tropfen Blaukrautindikator färben Wasser blau**.

Entsorgung:

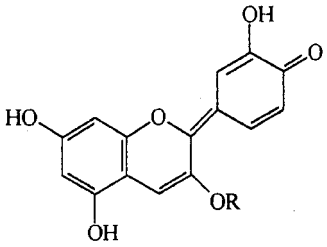
Es sind keine Entsorgungsvorschriften zu beachten.

Erläuterungen:

Beim Farbstoff im Blaukraut handelt es sich um ein **Anthocyan** (anthos = Blüte, cyanos = blau), dessen Struktur pH-abhängig ist. Diese verschiedenen Strukturen absorbieren Licht bei unterschiedlichen Wellenlängen und zeigen somit unterschiedliche Farben.



pH 0-1



pH 6-7

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit dem Gasbrenner!

Schutzbrille tragen.

Material:

- Becherglas 250 ml
- Becherglas 50 ml
- Brettchen, Messer
- PVC Tropfflasche
- PVC Trichter
- Kaffeefilter
- Gasbrenner
- Dreifuß mit Keramikdrahtnetz
- Blaukrautblätter
- Brennspiritus
- Wasser
- Glasstab

Versuchsdurchführung:

Notiere während des Versuchs deine Beobachtungen!

A

5. Schneide einige Blaukrautblätter in feine Streifen.
6. Gib in das 250ml Becherglas 50 ml Wasser und füge die geschnittenen Blaukrautblätter hinzu.
7. Bringe die Mischung mit dem Gasbrenner zum Kochen. Rühre dabei ab und zu mit dem Glasstab um. Gasbrenner ausdrehen, **vom Lehrer** 5 ml Brennspiritus zugeben lassen!
8. Nach dem Abkühlen kannst du den Blaukrautindikator in die Tropfflasche abfiltrieren.

B Gib nun 20 ml Wasser in das 50ml Becherglas.
Dazu gibst du einige Tropfen des Blaukrautindikators. Beobachtung!

Auswertung:

3. Sieh dir deine Hände nach dem Schneiden des Blaukrautes an! Beobachtung:

   _____

4. Notiere jeweils die Färbung der Lösung . . .

   - vor dem Erhitzen _____
   - nach dem Erhitzen _____

5. Einige Tropfen Blaukrautindikator färben Wasser _____

Nachweisen von Säuren und Laugen mit Blaukrautindikator

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - Nachweisen von Säuren und Laugen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen
  Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)

Schutzbrille tragen.

C
ätzend

Material:

- Becherglas 250 ml
- PVC Tropfflasche
- Diverse Haushaltschemikalien
- Lebensmittel, z.B. Zitronensaft, Vitamin C, Essig, Wein, Fruchtsäfte, Jogurt, usw.

Vorbereitung:

Säurehaltige Lebensmittel besorgen und bereitstellen.

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 20 min.

Die Schüler untersuchen die Wirkung unterschiedlicher Stoffe aus dem Haushalt auf die Farbe des Blaukrautindikators. Im Normalfall werden zunächst nur saure Stoffe untersucht, um dann in einer späteren UE auch alkalisch reagierende Alltagschemikalien einzubeziehen

Auswertung:

Ein Vergleich der Inhaltsstoffe der Haushaltschemikalien bzw. der Lebensmittel mit ihren Beobachtungen führt die Schüler zunächst zu der Feststellung, dass ein Zusammenhang zwischen Säuren als Inhaltsstoffen und der roten Färbung des Blaukrautsaftes besteht. Im weiteren Verlauf kann durch die Ergänzung des alkalischen Bereichs die Funktion eines Säure-Base-Indikators verdeutlicht werden.

Säuren färben Blaukrautindikator rot. Mit Blaukrautindikator kann man deshalb Säuren nachweisen.

Laugen färben Blaukrautindikator grün. Mit Blaukrautindikator kann man deshalb Laugen nachweisen.

Entsorgung: - -

Erläuterungen:

Der im Blaukrautsaft enthaltene Farbstoff verändert seine chemische Struktur in Abhängigkeit vom pH-Wert. Diese verschiedenen Strukturen absorbieren Licht bei unterschiedlichen Wellenlängen und zeigen somit unterschiedliche Farben.

Diverse Lebensmittel oder Haushaltschemikalien erzeugen daher, je nachdem ob sie Säuren oder Basen enthalten, unterschiedliche Farben des Blaukrautsaftes:

pH 0-2	pH 3-4	pH 5-6	pH 7	pH 8	pH 9	pH 10-11	pH 12-14
rot	pink	violett	blau	graublau	türkis	grün	gelb

Blaukrautsaft kann deshalb als Indikator (von lat.: indicare = anzeigen) für Säuren und Laugen verwendet werden. Ähnliche Farbstoffe wie im Blaukrausaft sind auch in Fruchtsäften enthalten, z.B. in Blutorangensaft, Traubensaft, Kirschsaft oder Erdbeersaft. Auch Rotwein oder schwarzer Tee zeigen pH-abhängige Farbänderungen.

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit Säuren und Laugen!

Material:

- 6 Bechergläser 50 ml
- PVC Tropfflasche mit Blaukrautindikator
- Glasstab
- Wasser
- Lebensmittel, Haushaltschemikalien

Versuchsdurchführung:

1. Gib in ein 50 ml Becherglas 20 ml Wasser sowie einige Tropfen Blaukrautindikator.
2. Füge nun den Stoff hinzu, den du untersuchen willst.
3. Notiere deine Beobachtungen in der Tabelle!
4. Verfahre ebenso mit den anderen Stoffen.

Auswertung:

	Stoff	**Farbe**	
1			
2			
3			
4			
5			
6			

färben Blaukrautindikator

. _____ _____

Mit _____ kann man deshalb _____

nachweisen.

Messung des pH-Werts mit Indikatorpapier

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - Nachweisen von Säuren und Laugen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen
  (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)

Schutzbrille tragen.

Material:

- Indikatorpapier
- Farbskala
- Pinzette
- Glasstab
- Bechergläser 50 ml
- Spatel
- PVC-Pipetten
- Diverse Haushaltschemikalien
- Essigsäure, verd. Salzsäure, verd.Schwefelsäure, verd. Natronlauge

Vorbereitung:

Es empfiehlt sich, den Schülern das Indikatorpapier nur in der benötigten Menge bereits gestückelt zu Verfügung zu stellen. Die Chemikalien werden zu gegebenem Zeitpunkt an die Gruppen verteilt.

Versuchsdurchführung: **Zeitbedarf: ca. 20 min.**

Die Schüler geben je ca. 10 ml der zu untersuchenden Flüssigkeiten in ein 50 ml Becherglas. Feststoffe werden mit 5ml Wasser pro Spatelspitze Feststoff gelöst. In die Lösung wird ein kleines Stück des Indikatorpapiers mit einer Pinzette **kurz** eingetaucht und mit der Farbskala verglichen. In der Tabelle wird der untersuchte Stoff notiert, der Teststreifen dazugelegt sowie der abgelesene pH-Wert aufgeschrieben.

Auswertung:

Die Schülergruppen stellen ihre gemessenen pH-Werte der Klasse vor. Wurde der gleiche Stoff von mehreren Gruppen untersucht, kann das Ergebnis verglichen bzw. ein Mittelwert gebildet werden.
Bei stark unterschiedlichen Messergebnissen sollten mögliche Fehlerquellen diskutiert werden.

Entsorgung: Die Abfälle werden in den Behälter für Säureabfälle gegeben.

Erläuterungen:

Universalindikatorpapier enthält einen Mischindikator, der aus verschiedenen Indikatoren mit unterschiedlichen Umschlagsbereichen sowie unterschiedlichen Farbumschlägen besteht. Auf diese Weise ergibt sich eine Farbänderung über nahezu den ganzen pH-Bereich. Jeder Färbung des Indikatorpapiers kann mit Hilfe einer Vergleichsskala ein pH-Wert zugeordnet werden. Die Genauigkeit liegt ungefähr im Bereich einer pH-Einheit. Für genauere Messungen (1/10 pH-Einheit) gibt es Teststäbchen, die meist jedoch nur über einen engeren pH-Bereich einsetzbar sind. Anwendung finden solche Teststäbchen z.B. im medizinischen Bereich bei der pH-Wertbestimmung des Urins.

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit Säuren und Laugen!

Material:

- Indikatorpapier
- Farbskala
- Pinzette
- Petrischalen
- PVC-Pipetten
- Glasstab
- Spatel
- Haushaltschemikalien
- Lebensmittel

Versuchsdurchführung:

Bei Flüssigkeiten:

1. Gib ca. 10 ml der zu untersuchenden Flüssigkeit in ein Becherglas.
2. Tauche mit der Pinzette ein Stück des Indikatorpapiers **kurz** in die Flüssigkeit.
3. Vergleiche die Farbe des Indikatorpapiers mit der Farbskala und lies den pH-Wert ab.
4. Notiere den untersuchten Soff und den pH-Wert in der Tabelle und lege das verwendete Indikatorpapier dazu.

Bei Feststoffen:

1. Löse eine Spatelspitze Feststoff in 10 ml Wasser auf. Rühre mit dem Glasstab um.
2. Verfahre dann wie mit den Flüssigkeiten!

Auswertung:

	Stoff	pH-Wert	Indikatorpapier hier ablegen
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

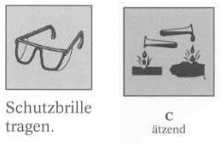
Messung des pH -Werts mit Flüssigindikator

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - Nachweisen von Säuren und Laugen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen
  (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)



Material:

- Tropfflasche mit Flüssigindikator
- Farbskala
- Glasstab
- PVC Pipette
- 6 Bechergläser 50 ml
- Spatel
- Diverse Haushaltschemikalien
- Essigsäure, verd. Salzsäure, verd.Schwefelsäure, verd. Natronlauge

Vorbereitung:

Es empfiehlt sich, den Schülern den Flüssigindikator nur in der benötigten Menge (wenige ml) in Tropffläschchen zur Verfügung zu stellen.

Versuchsdurchführung: **Zeitbedarf: ca. 20 min.**

Die Schüler geben je ca. 10 ml der zu untersuchenden Flüssigkeiten in ein 50 ml Becherglas. Feststoffe werden mit 5 ml Wasser pro Spatelspitze Feststoff gelöst. In die Lösung werden einige Tropfen des Flüssigindikators gegeben und die Färbung der Lösung mit der Farbskala verglichen. In der Tabelle wird der untersuchte Stoff notiert sowie der abgelesene pH-Wert aufgeschrieben.

Auswertung:

Die Schülergruppen stellen ihre gemessenen pH-Werte der Klasse vor. Wurde der gleiche Stoff von mehreren Gruppen untersucht, kann das Ergebnis verglichen bzw. ein Mittelwert gebildet werden.
Bei stark unterschiedlichen Messergebnissen sollten mögliche Fehlerquellen diskutiert werden.

Entsorgung:

Die Abfälle werden in den Behälter für Säureabfälle gegeben.

Erläuterungen:

Flüssiger Universalindikator enthält einen Mischindikator, der aus verschiedenen Indikatoren mit unterschiedlichen Umschlagsbereichen sowie unterschiedlichen Farbumschlägen besteht. Auf diese Weise ergibt sich eine Farbänderung über nahezu den ganzen pH-Bereich. Jeder Färbung des Indikatorpapiers kann mit Hilfe einer Vergleichsskala ein pH-Wert zugeordnet werden. Die Genauigkeit liegt ungefähr im Bereich einer pH-Einheit.

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit Säuren und Laugen!

Material:

- Tropfflasche mit Flüssigindikator
- Farbskala
- 6 Bechergläser 50 ml
- PVC-Pipetten
- Glasstab
- Spatel
- Haushaltschemikalien
- Laborchemikalien

Versuchsdurchführung:

Bei Flüssigkeiten:

1. Gib ca. 10 ml der zu untersuchenden Flüssigkeit in ein Becherglas.
2. Gib **3-4 Tropfen** des Indikators in die Lösung.
3. Vergleiche die Farbe der Lösung mit der Farbskala und lies den pH-Wert ab.
4. Notiere den untersuchten Soff, die Farbe der Lösung und den abgelesenen pH-Wert in der Tabelle.

Bei Feststoffen:

1. Löse eine Spatelspitze Feststoff in 10 ml Wasser auf. Rühre mit dem Glasstab um.
2. Verfahre dann wie mit den Flüssigkeiten!

Auswertung:

	Stoff	Farbe	pH-Wert
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

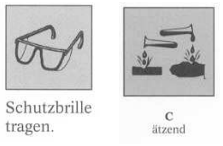
Messung des pH-Werts einer Verdünnungsreihe

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - Nachweisen von Säuren und Laugen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)



Material:

- Indikatorpapier
- Farbskala
- Pinzette
- 6 Bechergläser 50 ml
- Bechergläser 250 ml
- PVC-Pipetten
- 0,1 molare Salzsäure

Vorbereitung:

Es empfiehlt sich, den Schülern das Indikatorpapier nur in der benötigten Menge bereits gestückelt zur Verfügung zu stellen. Die Salzsäure wird vom Lehrer in der entsprechenden Menge an die Gruppen verteilt.

Versuchsdurchführung: **Zeitbedarf: ca. 20 min.**

Die Schüler erhalten vom Lehrer 10 ml Salzsäure in ein Becherglas. Davon wird 1 ml mit der Pipette entnommen, in ein anderes Becherglas gegeben und mit 9 ml Wasser aufgefüllt. Nach dem Umrühren wird aus dieser Lösung wiederum 1 ml entnommen, in ein anderes Becherglas gegeben, mit 9 ml Wasser aufgefüllt usw. So wird weiter verfahren, bis 5 Verdünnungen der ursprünglichen Lösung hergestellt sind.
In jede der 6 Lösungen wird ein kleines Stück des Indikatorpapiers mit einer Pinzette **kurz** eingetaucht und mit der Farbskala verglichen. In der Tabelle wird die Verdünnung notiert, der Teststreifen dazugelegt sowie der abgelesene pH-Wert aufgeschrieben. Ebenso kann mit Natronlauge verfahren werden.

Auswertung:

Die Schülergruppen stellen ihre gemessenen pH-Werte der Klasse vor (A=1; B=2; C=3; D=4; E=5; F=6;). Das Ergebnis der einzelnen Gruppen kann verglichen bzw. ein Mittelwert gebildet werden. Bei jeder Verdünnung um den Faktor 10 ändert sich der pH-Wert um eine Stufe. Bei stark unterschiedlichen Messergebnissen sollten mögliche Fehlerquellen diskutiert werden.
Verdünnt man eine Säure um das 10-fache, steigt der pH-Wert um 1.

Entsorgung:

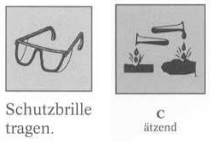
Die Abfälle werden in den Behälter für Säureabfälle gegeben.

Erläuterungen:

Aus der dekadisch - logarithmischen Definition des pH-Wertes folgt, dass sich die Konzentration der H^+ -Ionen mit einem ganzen pH-Sprung um das 10-fache ändert. Eine 1-molare Salzsäure hat also den pH-Wert 0, eine 10 mal dünnere Lösung den pH-Wert 1, eine 100 mal dünnere Lösung den pH-Wert 2, eine 1000 mal dünnere Lösung den pH-Wert 3 usw.

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit Säuren und Laugen!

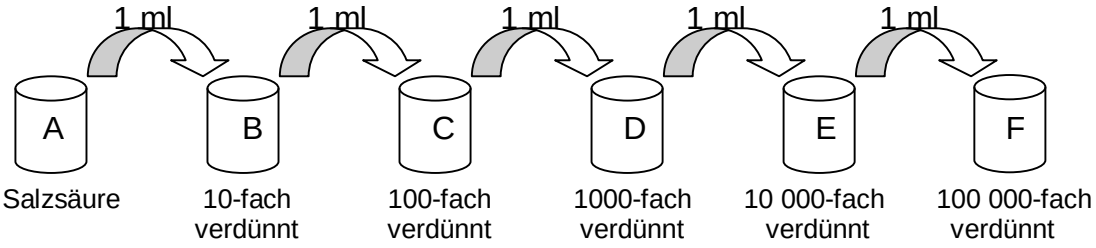


Material:

- Indikatorpapier
- Farbskala
- Becherglas 250 ml
- 6 Bechergläser 50 ml
- Pinzetten
- PVC-Pipetten
- 0,1 molare Salzsäure, C ätzend

Versuchsdurchführung:

1. Beschrifte die Bechergläser mit A, B, C, D, E, F und stelle sie der Reihe nach auf.
2. Du erhältst 10 ml Salzsäure von deinem Lehrer in das Becherglas **A**. Vorsicht, ätzend!
3. In die anderen 5 Bechergläser gibst du jeweils **9 ml Wasser**.
4. Gib nun mit der Pipette **1 ml** Salzsäure aus Becherglas **A** in Becherglas **B** und rühre um.
5. Anschließend gibst du mit der Pipette **1 ml** der verdünnten Salzsäure aus Becherglas **B** in Becherglas **C** und rührst um.
6. Ebenso verfährst du mit den übrigen drei Bechergläsern.
7. Miss den pH-Wert der 6 Lösungen mit Indikatorpapier und notiere die Ergebnisse in der Tabelle.



Auswertung:

	Verdünnung	Indikatorpapier	pH-Wert
A			
B			
C			
D			
E			
F			

Verdünnt man Salzsäure um das 10-fache, _____ der pH-Wert um _____ .

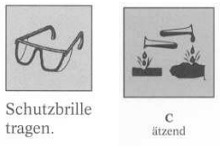
Entkalkung von Haushaltsgeräten

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen -Eigenschaften, Wirkungen auf andere Stoffe, Anwendungen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)



Material:

- Becherglas 250 ml
- PVC-Pipetten
- $Ca(HCO_3)_2$
- 6 Bechergläser 50 ml
- Gasbrenner mit Keramikdrahtnetz
- Verdünnte Salzsäure
- Essigessenz
- Zitronensäure, Ascorbinsäure (Vitamin C)

Vorbereitung:

Die Schüler erhalten die vorbereitende Hausaufgabe, verkalkte Gegenstände aus dem Haushalt mitzubringen, z.B. Tauchsieder, Sieb vom Wasserhahn, usw.

Versuchsdurchführung: **Zeitbedarf: ca. 15 – 25 min.**

A Die Schüler legen einen verkalkten Gegenstand in ein Becherglas und geben einige ml Essigäure dazu.

B Die Schüler verkochen 10 ml einer $Ca(HCO_3)_2$ Lösung in einem 20 ml Becherglas bis zur Trockenheit (Vorsicht, die Lösung kann zum Schluss spritzen). Nach dem Abkühlen kann der „Kalkbelag“ mit unterschiedlichen Säuren (Essigessenz, verd. Salzsäure, Zitronensäure, Vitamin C) entfernt werden. **Leichtes Erwärmen beschleunigt die Reaktion!**

Auswertung:

Die Schüler berichten über ihre Beobachtungen beim Zugeben der Säuren zu den verkalkten Gegenständen. Der Kalkbelag löste sich in Abhängigkeit von der verwendeten Säure unterschiedlich schnell auf. Dabei konnte eine Gasbildung beobachtet werden. **Säuren lösen Kalk auf. Dabei entsteht ein Gas.**

Entsorgung:

Die Abfälle werden in den Behälter für Säureabfälle gegeben.

Erläuterungen:

In normalem Wasser ist in Abhängigkeit vom Härtegrad mehr oder weniger viel Calciumhydrogencarbonat $Ca(HCO_3)_2$ gelöst. Beim Erhitzen zerfällt das gelöste $Ca(HCO_3)_2$ in Wasser H_2O, Kohlenstoffdioxid CO_2 und unlösliches $CaCO_3$, das als sogenannter Kesselstein die Verkalkung der Haushaltsgeräte bewirkt.

$$Ca(HCO_3)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O$$

Säuren haben die Fähigkeit, das in Wasser unlösliche Calciumcarbonat $CaCO_3$ zu lösen und somit die „Verkalkung“ zu beseitigen. Als Beispiel die Reaktion von Salzsäure mit Calciumcarbonat:

$$CaCO_3\downarrow + 2\ HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit Säuren und Laugen!

Material:

- Becherglas 250 ml
- PVC-Pipetten
- 6 Bechergläser 50 ml
- Gasbrenner mit Keramikdrahtnetz
- Kalkhaltiges Wasser
- Verdünnte Essigsäure
- Zitronensäure, Ascorbinsäure (Vitamin C)
- Verdünnte Salzsäure

Versuchsdurchführung:

A

1. Lege einen verkalkten Gegenstand in das 250 ml Becherglas und gib einige ml Essigessenz dazu. Beobachtung!

B

1. Gib 10 ml kalkhaltiges (hartes) Wasser in das 250 ml Becherglas. Verkoche das Wasser vollständig! Beobachtung!?
2. Nach dem Abkühlen gibst du mit der Pipette einige ml Wasser in das Becherglas. Was geschieht?
3. Schütte das Wasser aus und gib mit der Pipette einige ml einer Säure in das Becherglas.
   Was geschieht?

Auswertung:

A

_____

_____

B

_____

_____

_____

Säuren_____ Kalk _____ . Dabei entsteht ein _____ .

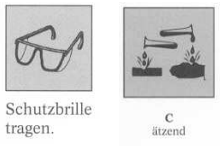
Reaktion von Salzsäure mit Marmor (Kalkstein)

Lehrplanbezug:

8.4.2 Säuren und Laugen -Eigenschaften, Wirkungen auf andere Stoffe, Anwendungen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)



Material:

- Erlenmeyerkolben 100 ml
- 6 Bechergläser 50 ml
- Gummistopfen mit gewinkeltem Glasrohr
- PVC-Pipetten
- Marmorstücke
- Verdünnte Salzsäure
- Kalkwasser, Trichter, Faltenfilter,
- $Ca(OH)_2$

Vorbereitung:

($Ca(OH)_2$ –Lösung (Kalkwasser): Ein Spatel $Ca(OH)_2$ wird in 1 Liter Wasser gegeben, umgerührt und über Nacht stehen gelassen. Vor der Verwendung wird die Lösung filtriert.

Versuchsdurchführung: **Zeitbedarf: ca. 20 min.**

Die Schüler geben einige Stückchen Marmor ($CaCO_{3)}$ in den Erlenmeyerkolben. Auf die Marmorstückchen geben sie 10 ml verdünnte Salzsäure. Rasch wird der Stopfen mit dem Gasableitungsrohr aufgesetzt und das entstehende Gas in Kalkwasser eingeleitet.
Leichtes Erwärmen beschleunigt die Reaktion!

Auswertung:

Beim Zugeben der Salzsäure setzt eine lebhafte Gasentwicklung ein, das Kalkwasser wird durch das entstehende Gas getrübt, es handelt sich also um Kohlenstoffdioxid.
Salzsäure reagiert mit Marmor (Kalkstein).
Das entstehende Gas ist Kohlenstoffdioxid, da es Kalkwasser trübt.

Entsorgung:

Die Abfälle werden in den Behälter für Säureabfälle gegeben. Die Marmorstücke werden nach dem Versuch mit Wasser gereinigt und können weiterverwendet werden.

Erläuterungen:

Salzsäure reagiert mit Marmor (Kalkstein $CaCO_3$) nach folgender Reaktionsgleichung:

$$CaCO_3\downarrow + 2\,HCl \longrightarrow CaCl_2 + CO_2\uparrow + H_2O$$

Aus dem schwerlöslichen Calciumcarbonat in Form von Marmor entsteht lösliches Calciumchlorid und das Gas Kohlenstoffdioxid.
Beim Einleiten des Kohlenstoffdioxids in Kalkwasser entsteht wiederum Calciumcarbonat als fein verteilter Niederschlag, der als Trübung wahrgenommen wird.

$$CO_2\uparrow + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

Bei längerem Einleiten von CO_2 wird die Lösung wieder klar, da sich das lösliche Calciumhydrogencarbonat bildet.

$$CaCO_3\downarrow + CO_2\uparrow + H_2O \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit Säuren und Laugen!

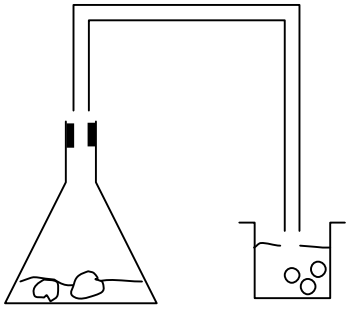
Material:

- Erlenmeyerkolben 100 ml
- Gummistopfen mit gewinkeltem Glasrohr
- PVC-Pipetten
- 6 Bechergläser 50 ml
- Marmorstücke
- Verdünnte Salzsäure
- Kalkwasser ($Ca(OH)_2$ – Lösung)

Versuchsdurchführung:

1. Gib einige Stückchen Marmor in den Erlenmeyerkolben.
2. Auf die Marmorstückchen gibst du 10 ml verdünnte Salzsäure und setzt rasch den Stopfen mit dem Gasableitungsrohr auf.
3. Das entstehende Gas leitest du in Kalkwasser ein.

Notiere deine Beobachtungen!



Auswertung:

Beim Zugeben der Salzsäure _____

_____

Das Kalkwasser _____

_____

Salzsäure _____ _____ Marmor (_____).

Das entstehende Gas ist _____ , da es Kalkwasser _____.

Reaktion von Säuren mit Metallen

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen, Wirkungen auf andere Stoffe, Anwendungen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)
- Bei der Reaktion von Säuren mit Metallen entsteht Wasserstoff!

Material:

- Erlenmeyerkolben 100 ml
- Gummistopfen mit Glasrohr
- PVC-Pipette
- Spatel
- 6 Bechergläser 50 ml
- Reagenzgläser
- Laborbrenner
- Zink, Eisen, Magnesium, Kupfer
- Verdünnte Salzsäure
- Verdünnte Schwefelsäure

Vorbereitung:

Die benötigten Materialien und Chemikalien werden für die Arbeitsgruppen auf Tabletts bereitgestellt.

Versuchsdurchführung: : **Zeitbedarf: ca. 25 min.**

A: Die Schüler füllen in je 2 Bechergläser etwas Zink, Eisenspäne bzw. Magnesium und geben jeweils zu einem Metall verdünnte Salzsäure bzw. verdünnte Schwefelsäure. Die Beobachtungen werden notiert.

B: Die Schüler geben in einem Erlenmeyerkolben zu etwas Zink ca. 10 ml verdünnte Salzsäure und setzen rasch ein Gasableitungsrohr mit Reagenzglas auf. Mit dem aufgefangenen Wasserstoff wird die Knallgasprobe durchgeführt. Das Reagenzglas muss stets mit der Öffnung nach unten gehalten werden, da sonst der leichte Wasserstoff nach oben entweicht.

Auswertung:

Die Metalle lösen sich in den Säuren mit unterschiedlich starker Gasentwicklung. Bei der Knallgasprobe ist ein leichter Knall bzw. ein Pfeifen zu hören, was das Gas als Wasserstoff identifiziert.

Säuren reagieren mit unedlen Metallen, wie z.B. mit Zink oder Eisen.
Bei dem dabei entstehenden Gas handelt es sich um Wasserstoff.

Entsorgung: **Die Metalle werden durch filtrieren abgetrennt**, die flüssigen Abfälle werden in den Behälter für Säureabfälle gegeben.

Erläuterungen:

Bei der Reaktion von Säuren mit unedlen Metallen wie Zink, Eisen oder Magnesium handelt es sich um eine Redox-Reaktion. Die Metalle geben Elektronen an die Wasserstoffionen der Säure ab. Die elementaren Metalle werden also zu positiv geladenen Ionen (Kationen) oxidiert, die Wasserstoffionen zu elementarem Wasserstoff reduziert. Das Wasserstoffgas entweicht, die Metall-Kationen und die Säure-Anionen bilden ein gelöstes Salz.

$$Zn + 2\,H^{+} + 2\,Cl^{-} \longrightarrow H^{2} + Zn^{2+}\ 2\,Cl^{-}$$

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit Säuren und Laugen!

Material:

- Erlenmeyerkolben 100 ml
- Gummistopfen mit Glasrohr
- PVC-Pipetten
- 6 Bechergläser 50 ml
- Reagenzglas
- Zink, Eisen, Magnesium
- Verdünnte Salzsäure
- Verdünnte Schwefelsäure
- Laborbrenner

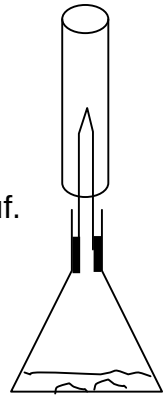
Versuchsdurchführung:

A

1. Fülle in zwei Bechergläser etwas Zink, in zwei Bechergläser etwas Eisenspäne,in zwei Bechergläser etwas Magnesium.
2. Gib nun zu den Metallen verdünnte Salzsäure bzw. verdünnte Schwefelsäure. Beobachte!

B

1. Fülle in den Erlenmeyerkolben etwas Zink. Gib ca. 10 ml verdünnte Salzsäure dazu und setze schnell das Glasrohr mit dem Reagenzglas auf.
2. **Knallgasprobe:** Nach ca. 1 Minute hältst du die Öffnung des Reagenzglases an die Flamme des Gasbrenners. (Reagenzglas immer mit der Öffnung nach unten halten). Beobachtung! Was kannst du daraus folgern?



Auswertung:

Zu A:

_____

_____

Zu B:

_____

_____

_____ reagieren mit unedlen Metallen, z.B. mit _____.

Bei dem dabei entstehenden_____ handelt es sich um _____.

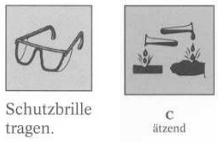
Herstellung von Salzsäure aus Kochsalz

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - Herstellen einer Säure und einer Lauge

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)



Material:

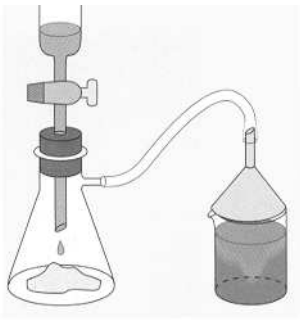
- Erlenmeyerkolben mit seitlicher Ableitung
- durchbohrter Gummistopfen
- Tropftrichter
- Gasableitung mit PVC-Schlauch und Trichter
- Becherglas
- Schwefelsäure konz.
- Natriumchlorid (Kochsalz)
- Blaukrautindikator oder Universalindikator

Vorbereitung:

Der Hahn des Tropftrichters muss gut gefettet sein, der Gummistopfen sollte nicht porös sein. Nach dem Versuch Glasgeräte immer aus den Gummistopfen entfernen.

Versuchsdurchführung:

Zeitbedarf ca. 15 min.



In den Erlenmeyerkolben füllt man ca. 2 Spatel Natriumchlorid (Kochsalz) und befeuchtet es mit einigen Tropfen Wasser. Der Gummistopfen mit dem Tropftrichter wird auf den Erlenmeyerkolben aufgesetzt. Die Gasableitung mit dem Trichter wird zu einem 250 ml Becherglas geführt, das ca. 150 ml Wasser mit Indikator enthält. Der umgedrehte Trichter darf die Wasseroberfläche nicht berühren. In den Tropftrichter gibt man 10 ml konzentrierte Schwefelsäure.
Durch vorsichtiges Öffnen des Hahnes tropft man nun langsam die Schwefel-säure auf das Kochsalz. Das entstehende Chlorwasserstoffgas gelangt über den Gasableitungsschlauch zum Becherglas mit Wasser und reagiert mit dem Wasser zu Salzsäure.

Auswertung:

Vor der Durchführung des Versuchs zeichnen die Schüler die Versuchsanordnung und stellen Vermutungen zum Versuchsablauf an. Aus der Verfärbung des Indikators schließen die Schüler, dass ein Gas entstanden ist , das mit dem Wasser eine Säure bildet.

Entsorgung:

Die Abfälle werden in den Behälter für Säureabfälle gegeben.

Erläuterungen:

Kochsalz reagiert mit konzentrierter Schwefelsäure zu Natriumsulfat und Chlorwasserstoff:

$$2\ NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow Na_2SO_4 + 2\ HCl$$

Chlorwasserstoff bildet mit Wasser Salzsäure:

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

1. Der Name „Salzsäure“ gibt dir einen Hinweis, woraus diese Säure hergestellt werden kann.

_____

_____

2. Zeichne die Versuchsanordnung und beschrifte!

3. Was konntest du während des Versuchs beobachten?

_____

_____

_____

_____

4. Formuliere die Wortgleichungen zur Herstellung von Salzsäure!

Schwefelsäure + _____ ⟶ _____ + Natriumsulfat

_____ + Wasser ⟶ _____

Herstellung von Natronlauge aus Natrium

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - Herstellen einer Säure und einer Lauge

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)

Material:

- Reagenzglas
- Universalindikator oder Blaukrautindikator
- Stopfen mit Glasrohr, kleines Reagenzglas
- Benzin
- Natrium
- Messer und Schneidebrettchen
- Pinzette

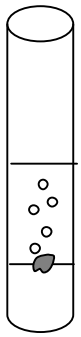
Vorbereitung:

Man entnimmt mit der Pinzette ein Stück Natrium der Vorratsflasche, legt es auf ein Filterpapier und schneidet ein etwa linsengroßes Stückchen Metall ab. Dieses wird von allen Seiten mit dem Messer von der weißen Kruste (Vorsicht, ätzend!) befreit. Das entrindete Stück Natrium wird bis zur Versuchsdurchführung in einem Becherglas mit Benzin aufbewahrt (das Benzin kann gleich für den Versuch verwendet werden.).

Versuchsdurchführung:

Zeitbedarf: ca. 10 min

In das Reagenzglas füllt man etwa zwei Finger breit Wasser mit etwas Indikatorlösung und gibt etwa die gleiche Menge Benzin dazu. Nun gibt man mit der Pinzette das vorbereitete Stückchen Natrium dazu. Das Natrium sinkt im Benzin unter und schwimmt auf dem Wasser, mit dem es reagiert. Der Indikator verfärbt sich und zeigt damit eine Lauge an. Das Natrium wird durch die entstehenden Gasblasen nach oben gerissen, die Reaktion dadurch unterbrochen. Sind die Gasblasen entwichen, sinkt das Natrium wieder auf die Wasseroberfläche, der Vorgang beginnt von vorne.



Optional: Der entstehende Wasserstoff kann durch Aufsetzen eines Stopfens mit Glasrohr mit umgedrehtem Reagenzglas aufgefangen und mittels der Knallgasprobe identifiziert werden.

Auswertung:

Nach der Durchführung des Versuchs zeichnen die Schüler die Versuchsanordnung und stellen Vermutungen zum Versuchsablauf an. Die Schüler können beobachten, dass ein Gas entsteht. Aus der Verfärbung des Indikators schließen die Schüler, dass eine Lauge entstanden ist.

Entsorgung:

Die Abfälle werden **nach beendeter Reaktion** in die Behälter für Säureabfälle bzw. nichthalogenierte Kohlenwasserstoffe gegeben.

Erläuterungen:

Natrium hat eine größere Dichte als Benzin, aber eine kleinere Dichte als Wasser. Deshalb sinkt es im Benzin unter, schwimmt aber auf dem Wasser.
Natrium reagiert mit dem Wasser zu Natronlauge und Wasserstoff:

$$2\ Na + 2\ H_2O \longrightarrow 2\ Na^+ + 2\ OH^- + H_2\uparrow$$

1. Natronlauge ist in Wasser gelöstes Natriumhydroxid. Welcher Name eines Metalls steckt in der Bezeichnung Natriumhydroxid?

_____

_____

2. Zeichne die Versuchsanordnung und beschrifte!

3. Was konntest du während des Versuchs beobachten?

_____

_____

_____

_____

_____

4. Formuliere die Wortgleichung der beobachteten Reaktion!

_____ + Wasser ⟶ Natronlauge + _____

Herstellung von Kohlensäure

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - Herstellen einer Säure und einer Lauge

Sicherheit:

- Vorsicht beim Umgang mit unter Druck stehenden Gasen!

Material:

- Soda-Club (CO_2 Gaskartusche)
- Becherglas 250 ml
- 6 Bechergläser 50 ml
- Universalindikator oder Blaukrautindikator
- Gasbrenner mit Keramikdrahtnetz

Vorbereitung:

Der Universalindikator wird den Schülern in der benötigten Menge in Tropfflaschen abgefüllt.

Versuchsdurchführung:

Zeitbedarf: ca. 20 min.

Die Schüler füllen ein 250 ml Becherglas zur Hälfte mit Wasser und geben bis zur deutlichen Färbung einige Tropfen Indikatorlösung zu. Anschließend wird aus der Kartusche (Soda-Club) CO_2-Gas in einen Luftballon abgefüllt und aus diesem in die Lösung eingeblubbert. Die Beobachtungen werden notiert. Danach wird die Lösung mit dem Gasbrenner bis zum Sieden erhitzt. Beobachtung!

Alternativ kann das Kohlenstoffdioxid auch aus anderen Quellen gewonnen werden:

- Mineralwasser
- Brausetabletten
- $CaCO_3$ und Säure
- Ausatmungsluft
- Trockeneis

Auswertung:

Beim Einleiten des CO_2 verfärbt sich der Indikator und zeigt damit das Entstehen einer Säure an.

Kohlenstoffdioxid reagiert mit Wasser zu einer Säure, der Kohlensäure.

Wird die Lösung erhitzt, kann man Gasblasen beobachten, sie nimmt wieder ihre ursprüngliche Färbung an.

Beim Erhitzen entsteht aus der Kohlensäure wieder Kohlenstoffdioxid und Wasser.

Entsorgung:

Es müssen keine Entsorgungsvorschriften beachtet werden.

Erläuterungen:

Leitet man CO_2 in Wasser ein, wird ein großer Teil im Wasser physikalisch gelöst, während sich ein kleiner Teil zu Kohlensäure umsetzt:

$$CO_2\uparrow + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$$

Beim Erhitzen entweicht das physikalisch gelöste CO_2, und auch die gebildete Kohlensäure zerfällt wieder in Kohlenstoffdioxid und Wasser:

$$H_2CO_3 \longrightarrow CO_2\uparrow + H_2O$$

Sicherheit:

- Vorsicht beim Umgang mit unter Druck stehenden Gasen!

Material:

- Becherglas 250 ml
- Gasbrenner mit Keramikdrahtnetz
- Indikatorlösung

Versuchsdurchführung:

1. Fülle ein 250 ml Becherglas zur Hälfte mit Wasser und gib bis zur deutlichen Färbung einige Tropfen Indikatorlösung zu.
2. Anschließend wird aus dem Luftballon CO_2-Gas vorsichtig eingeblubbert. Notiere deine Beobachtungen!
3. Erhitze nun die Lösung mit dem Gasbrenner bis zum Sieden. Beobachtung!

Auswertung:

Beim Einleiten des Kohlenstoffdioxids ._____

_____

Beim Erhitzen ._____

_____

Kohlenstoffdioxid reagiert mit Wasser zu einer _____ ,

der _____ .

Wortgleichung:

_____ + _____ ⟶ _____

Beim Erhitzen entsteht aus der _____ wieder

_____ und _____.

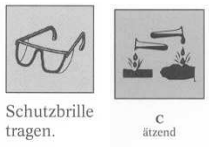
Neutralisation von konzentrierter Salzsäure mit konzentrierter Natronlauge

Lehrplanbezug:

8.4.2 Salze - Herstellung eines Salzes durch Neutralisation

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen
- Schutzscheibe verwenden



Material:

- großes Reagenzglas
- Universalindikator oder Blaukrautindikator
- 2 Bechergläser 100 ml
- Pipette
- Konzentrierte Salzsäure
- Natriumhydroxid – Plätzchen
- Ethanol oder Brennspiritus

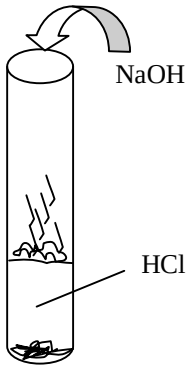
Vorbereitung:

Herstellung konz. Natronlauge: Man gibt so viele NaOH-Plätzchen in ca. 5 ml Wasser, bis sich nichts mehr auflöst. Die Salzsäure wird zur Verdeutlichung der Neutralisationsreaktion mit Universalindikatorlösung angefärbt.

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 15 min.

In ein großes Reagenzglas gibt man ca. 5 ml konzentrierte Salzsäure und spannt es senkrecht in ein Stativ ein. Dann gibt man in **kleinen** Portionen konzentrierte Natronlauge zu. Unter heftigem Aufwallen und Geräuschentwicklung reagieren die Substanzen miteinander. Die Zugabe wird beendet, wenn keine deutliche Reaktion mehr zu erkennen ist. Das entstehende Kochsalz setzt sich auf dem Boden des Reagenzglases ab.
Man dekantiert die Lösung vorsichtig ab (Flüssigkeit so abgießen, dass der Feststoff im Reagenzglas zurückbleibt) und wäscht das zurückgebliebene Kochsalz 3 mal mit Ethanol oder Brennspiritus (einige ml zugeben, leicht umschwenken und dekantieren). Das gewaschene Kochsalz wird getrocknet und kann auf seine Salzeigenschaften untersucht werden.



Auswertung:

Die Schüler erkennen auf Grund ihres Vorwissens, dass aus einer Säure und einer Lauge eine neutrale Lösung entstanden ist. Zu dem entstehenden Feststoff werden zunächst Vermutungen angestellt, die durch weitere Experimente überprüft werden können.

Entsorgung:

Die Abfälle werden in den Behälter für Säureabfälle gegeben.

Erläuterungen:

Konzentrierte Salzsäure reagiert mit konzentrierter Natronlauge unter starker Erwärmung (exotherme Reaktion) zu Kochsalz und Wasser. Aus einer konzentrierten, ätzenden Säure und einer konzentrierten, ätzenden Lauge entsteht eine neutrale, ungefährliche Salzlösung.

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

Anwendung finden Neutralisationsreaktionen z.B. bei der Entsorgung von Säuren oder Laugen.

Die beiden Flüssigkeiten in den Bechergläsern sind mit Universalindikator versetzt. Was kannst du über die Flüssigkeiten aussagen? Begründe!

_____

_____

_____

Was konntest du während des Versuchs beobachten?

_____

_____

_____

_____

_____

Was kannst du aus deinen Beobachtungen folgern?

_____

_____

Formuliere die Reaktion

- als Wortgleichung:

_____ + _____ ⟶ _____ + Wasser

- in Formelschreibweise:

_____ + _____ ⟶ _____ + H_2O

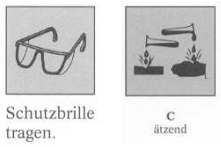
Neutralisation von verdünnter Salzsäure mit verdünnter Natronlauge

Lehrplanbezug:

8.4.2 Salze - Herstellung eines Salzes durch Neutralisation

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)



Material:

- Tropfflasche für Indikatorlösung
- PVC-Pipetten
- Gasbrenner mit Keramikdrahtnetz
- 6 Bechergläser 50 ml
- Verdünnte Salzsäure (0,1 mol/l)
- Verdünnte Natronlauge (0,1 mol/l)
- Universalindikator oder Blaukrautindikator

Vorbereitung:

Die benötigte Menge Indikator wird den Schülern in die Tropfflaschen abgefüllt.

Versuchsdurchführung:

Zeitbedarf: ca. 20 min.

Die Schüler geben in ein Becherglas 10 ml verdünnte Salzsäure, in ein zweites Becherglas 15 ml verdünnte Natronlauge, und versetzen beide Lösungen mit einigen Tropfen Indikatorlösung. Sie geben nun mit der Pipette in 1 ml Schritten die Natronlauge zu der Salzsäure und notieren nach jeder Zugabe die Färbung der Lösung.
Anschließend geben sie ca. 5 ml der entstandenen Lösung in ein Becherglas und verdampfen die Lösung vollständig. Es bleibt ein weißer Feststoff zurück, der untersucht werden kann.

Auswertung:

Je nach verwendetem Indikator verändert die mit Indikator versehene Säurelösung bei der langsamen Zugabe von Natronlauge ihre Farbe. Nach der Zugabe einer äquivalenten Menge an Säure ist in etwa eine neutrale Lösung erreicht. Die Schüler erkennen auf Grund ihres Vorwissens, dass aus einer Säure und einer Lauge eine neutrale Lösung entstanden ist. Zu dem beim Eindampfen zurückbleibenden Feststoff werden zunächst Vermutungen angestellt, er kann durch weitere Experimente als Kochsalz identifiziert werden.
Gibt man gleiche Mengen einer Säure und einer Lauge zusammen, entsteht eine neutrale Lösung.
Dampft man diese ein, bleibt ein Feststoff zurück.

Entsorgung:

Die neutralen Abfälle können in den Abguss gegeben werden.

Erläuterungen:

Verdünnte Salzsäure reagiert mit verdünnter Natronlauge zu Kochsalz und Wasser. Aus einer Säure und einer Lauge entsteht eine neutrale Salzlösung.

$$HCl + NaOH \longrightarrow NaCl + H_2O$$

Anwendung finden Neutralisationsreaktionen z.B. bei der Entsorgung von Säuren oder Laugen.

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Vorsicht beim Umgang mit Säuren und Laugen!

Material:

- 6 Bechergläser 50 ml
- PVC-Pipetten
- Universalindikator oder Blaukrautindikator
- Gasbrenner mit Keramikdrahtnetz
- Verdünnte Salzsäure
- Verdünnte Natronlauge

Versuchsdurchführung:

1. Gib in ein Becherglas 10 ml verdünnte Salzsäure und in ein zweites Becherglas 10 ml verdünnte Natronlauge. Versetze beide Lösungen mit einigen Tropfen Indikatorlösung.
2. Gib nun mit der Pipette 1 ml Natronlauge zu der Salzsäure und notiere die Färbung der Lösung. Fahre so fort, bis du 10 ml Natronlauge zugegeben hast.
3. Welche Farbe hat die Lösung nach der Zugabe von 10 ml Natronlauge? Folgerung?
4. Gib ca. 5 ml der entstandenen Lösung in ein Becherglas und verdampfe die Lösung vollständig. Beobachtung!

Auswertung:

ml NaOH	Farbe	pH-Wert

Gibt man _____ Mengen einer Säure und einer Lauge zusammen, entsteht eine neutrale Lösung. Dampft man diese ein, _____ .

Flammenfärbung durch Salze

Lehrplanbezug:

8.4. Salze - Nachweis von Salzen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit dem Laborbrenner hinweisen
- Auf die Gesundheitsschädlichkeit einiger Salze hinweisen

Material:

- Magnesiastäbchen
- 6 Bechergläser 50 ml
- Gasbrenner
- Natriumchlorid, Kaliumchlorid, Calciumchlorid, Kupfersulfat, Natriumsulfat, Calciumsulfat

Vorbereitung:

Die Laborbrenner werden auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft, eine nicht leuchtende Flamme muss gewährleistet sein.

Versuchsdurchführung:

Zeitbedarf: ca. 20 min.

Die Schüler erhalten 6 verschiedene Salze, von denen sie sich eine geringe Menge in 6 Bechergläser abfüllen. Für jedes Salz wird ein eigenes Magnesiastäbchen verwendet, dessen Spitze vor dem Versuch in der Brennerflamme ausgeglüht wird. Die Schüler berühren nach dem Ausglühen mit dem Magnesiastäbchen etwas Salz und halten die Spitze des Magnesiastäbchen mit dem anhaftenden Salz in die nicht leuchtende Flamme. Nach jedem Salz notieren sie die beobachtete Flammenfärbung.

Auswertung:

Folgende Flammenfärbungen können beobachtet werden:

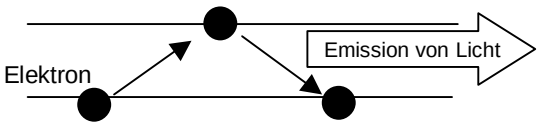
Natrium:	gelb	Calcium:	gelbrot
Kalium:	violett	Kupfer:	blaugrün

Entsorgung:

Die Abfälle werden in den Behälter für Schwermetallabfälle gegeben.

Erläuterungen:

Mit Hilfe von Flammenfärbungen bzw. mit Verfahren der Spektralanalyse können Kationen von Salzen identifiziert werden. Bestimmte Elektronen der Elemente werden in der Brennerflamme in einen höheren Energiezustand gebracht, aus dem sie nach durchschnittlich 10^{-8} Sekunden wieder in ihren ursprünglichen Zustand zurückfallen. Dabei emittieren sie die frei werdende Energie als charakteristische Strahlung, die als Färbung der Flamme oder als Spektrallinie bei der Flammenspektroskopie beobachtet werden kann.



Man nutzt die Effekte der Flammenfärbung in der Pyrotechnik, z.B. in Feuerwerksraketen und bengalischen Feuern.

Sicherheit:

- Schutzbrille tragen!
- Salze nie mit bloßen Fingern berühren!
- Nach Versuchen mit Salzen die Hände waschen!

Material:

- 6 Bechergläser 50 ml
- 6 Magnesiastäbchen
- Gasbrenner
- Verschiedene Salze

Versuchsdurchführung:

1. Überprüfe, ob die Bechergläser trocken sind, und stelle sie auf die vorgesehenen Plätze auf dieser Versuchsanleitung.
2. Gib in jedes Becherglas wenige Kristalle des entsprechenden Salzes.
3. Stelle in jedes Becherglas ein Magnesiastäbchen, es darf nur für dieses Salz verwendet werden.
4. Erhitze die Spitze eines Magnesiastäbchens über der nicht leuchtenden Brennerflamme (Luftloch geöffnet) bis zur Rotglut und berühre anschließend mit der Spitze ein Salz.
5. Halte das Stäbchen mit dem anhaftenden Salz über die Brennerflamme und **notiere deine Beobachtung!** Verfahre ebenso mit den anderen Salzen.

Auswertung:

	Natriumchlorid	Kaliumchlorid	Calciumchlorid
Flammenfärbung:	_____	_____	_____
	Kupfersulfat	Natriumsulfat	Calciumsulfat
Flammenfärbung:	_____	_____	_____

Physik/Chemie/Biologie

Chemie-Experimente mit Supermarktprodukten

im PCB-Unterricht der Hauptschule

1. Die didaktische Funktion des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht der Hauptschule

2. Hinweise zu Experimentierregeln, Sicherheit und Entsorgung

3. Experimente mit Supermarktprodukten:

   - Stärkeverdauung durch Speichel
   - Zündung eines Benzin-Luftgemisches
   - Superabsorber
   - Kalkwasserprobe
   - Verbrennung mit Katalysator
   - Blaukrautindikator

Referent: Ulrich Barth, Dipl.-Chem., L
Eichendorffschule Erlangen

Beispiel für die Artikulation einer Unterrichtseinheit

Artikulation nach Schmidkunz - Lindemann	Unterrichtsverlauf / Organisation
	Vorbereitung des Experimentiermaterials
1 Problemgewinnung Problemgrund Problemfindung Problemformulierung	Folie, Buch, Originalbegegnung, Lehrererzählung. Unterrichtsgespräch. Die Schüler formulieren das Problem. Fixierung des Problems an der Tafel
2 Überlegungen zur Problemlösung Analyse des Problems Vorschläge zur Problemlösung Entscheidung für einen Lösevorschlag	 Unterrichtsgespräch: Wie kann das Problem gelöst werden? Formulierung von Hypothesen.
3 Durchführung eines Problemlösevorschlags Planung des Lösevorschlags Praktische Durchführung des Lösevorschlags Erörterung und Zusammenfassung der Ergebnisse	 Schüler planen das Experiment. Die Versuchsanleitung wird durchgesprochen. Das Experimentiermaterial wird ausgegeben. Schüler experimentieren in Gruppen. Das Experimentiermaterial wird eingesammelt. Schüler stellen ihre Ergebnisse vor. Fixierung der Ergebnisse an der Tafel.
4 Abstraktion der gewonnenen Erkenntnisse Ikonische Abstraktion Verbale Abstraktion Symbolhafte Abstraktion	 Zeichnen von Darstellungen. Formulieren von Merksätzen, Wortgleichungen. Entwickeln von Formelgleichungen.
5 Wissenssicherung Anwendungsbeispiele Wiederholung des Inhalts und der Denkphasen Lernzielüberprüfung	 Anwendungen aus dem Erfahrungsbereich der Schüler. Schüler formulieren mit eigenen Worten die gewonnenen Erkenntnisse.

Experimentierregeln

- Auf Sicherheit achten.
- Schutzbrille tragen.
- Erste-Hilfe-Kasten, Branddecke, Augenwaschflasche bereithalten.
- Vorsicht beim Umgang mit dem Laborbrenner, lange Haare zusammenbinden.
- Brenner sofort ausdrehen, wenn er nicht mehr benötigt wird.
- Chemikalien niemals in Lebensmittelgefäße geben.
- Chemikalien nur in ordnungsgemäß beschrifteten Gefäßen aufbewahren.
- Prüfen, ob das Experiment auch mit ungefährlicheren Chemikalien durchzuführen ist.
- Versuche mit möglichst kleinen Substanzmengen durchführen.
- Glasrohre vor dem Einstecken in Gummistopfen anfeuchten.
- Gummistopfen und Glasgeräte auseinandernehmen, sie verkleben sonst miteinander.
- Feste Chemikalien mit sauberem Löffel oder Spatel entnehmen.
- Flüssige Chemikalien mit der Saugpipette entnehmen oder ausgießen.
- Keine Chemikalien in Vorratsflaschen zurückgeben.
- Beim Umfüllen geeigneten Trichter verwenden.
- Flüssigindikatoren tropfenweise verwenden, leichte Färbung der Lösung genügt.
- Nicht mit brennbaren Flüssigkeiten in der Nähe von offenen Flammen (Brenner) hantieren.
- Beim Verdünnen von Säuren zunächst das Wasser in das Gefäß geben, erst dann die Säure. “Erst das Wasser, dann die Säure, sonst geschieht das Ungeheure!“
- Geräte nach dem Experiment sorgfältig reinigen.
- Geräte an ihren Platz zurücklegen.
- Chemikalienabfälle umweltgerecht entsorgen.
- Glasabfälle in besonderem Behälter sammeln.
- Küchenpapier-Rolle zum Aufwischen bereithalten.

Tipps zur Durchführung von Schülerexperimenten

- Experimentiermaterial für die Gruppen auf Tabletts zusammenstellen
- Experimente vorher ausprobieren.
- Schüler sollten Gruppenarbeit gewohnt sein.
- Maximal 4 Schüler pro Gruppe.
- Ausreichend Zeit für das Experimentieren einplanen.
- Bewusstsein für die Gefahren beim Experimentieren wecken.
- Vorher auf die notwendige Disziplin beim Experimentieren aufmerksam machen.
- Stets auf dem Tragen von Schutzbrillen bestehen, selbst Schutzbrille tragen.
- Mit einfachen Experimenten beginnen.
- Den Schülern Zeit zum Ausprobieren geben.
- Experimente in geeigneten Unterrichtsverlauf einbetten.
- Material erst direkt vor dem Experimentieren ausgeben.
- Auf gewissenhafter Reinigung des Materials bestehen.
- Material vor der Auswertung des Experiments einsammeln.

Sicherheitsrichtlinien und Entsorgung

Maßgebend für die Sicherheit und Entsorgung sind, basierend auf dem *Chemikaliengesetz*, der *Gefahrstoffverordnung* sowie den *Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht* die ***Empfehlungen für Richtlinien zur Sicherheit im naturwissenschaftlichen Unterricht***. Dieser Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 9. September 1994 in der Fassung vom 28. März 2003 wurde vom Bayerischen Staatsministerium für Unterricht, Kultus, Wissenschaft und Kunst mit Bekanntmachung vom 09. September 2003 als verbindliche Vorschrift für den Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern an den allgemeinbildenden Schulen in Bayern in Kraft gesetzt. Die vollständige Fassung dieser Richtlinien steht unter www.km.bayern.de/km/lehrer/informationen zur Verfügung.

Sicherheit beim Experimentieren

Das Experimentieren im naturwissenschaftliche Unterricht erfordert ein hohes Maß an Umsicht und Verantwortungsbewusstsein. Dabei müssen zwei Punkte beachtet werden:

- *Die Gesundheit von Schülern und Lehrern darf so wenig wie möglich gefährdet werden.*
- *Eine Belastung der Umwelt muss weitmöglichst vermieden werden.*

Beim Experimentieren kann es u.a. zu folgenden Gefährdungen kommen:

- *Verletzungen der Augen durch Glassplitter, heiße Flüssigkeiten oder ätzende Chemikalien.*
- *Verbrennungen z. B. beim Umgang mit dem Laborbrenner.*
- *Verbrühungen durch siedendes Wasser*
- *Verätzungen der Haut durch Säuren oder Laugen*
- *Schnittwunden durch unsachgemäßen Umgang mit Glasgeräten.*

Diese Gefahren lassen sich jedoch weitgehend reduzieren bzw. ausschließen, wenn man die im Folgenden beschriebenen Experimentierregeln beachtet. Als wichtige Grundsätze sollten stets gelten:

- **Sicherheit hat stets Vorrang.**
- **Möglichst ungefährliche Experimente auswählen.**

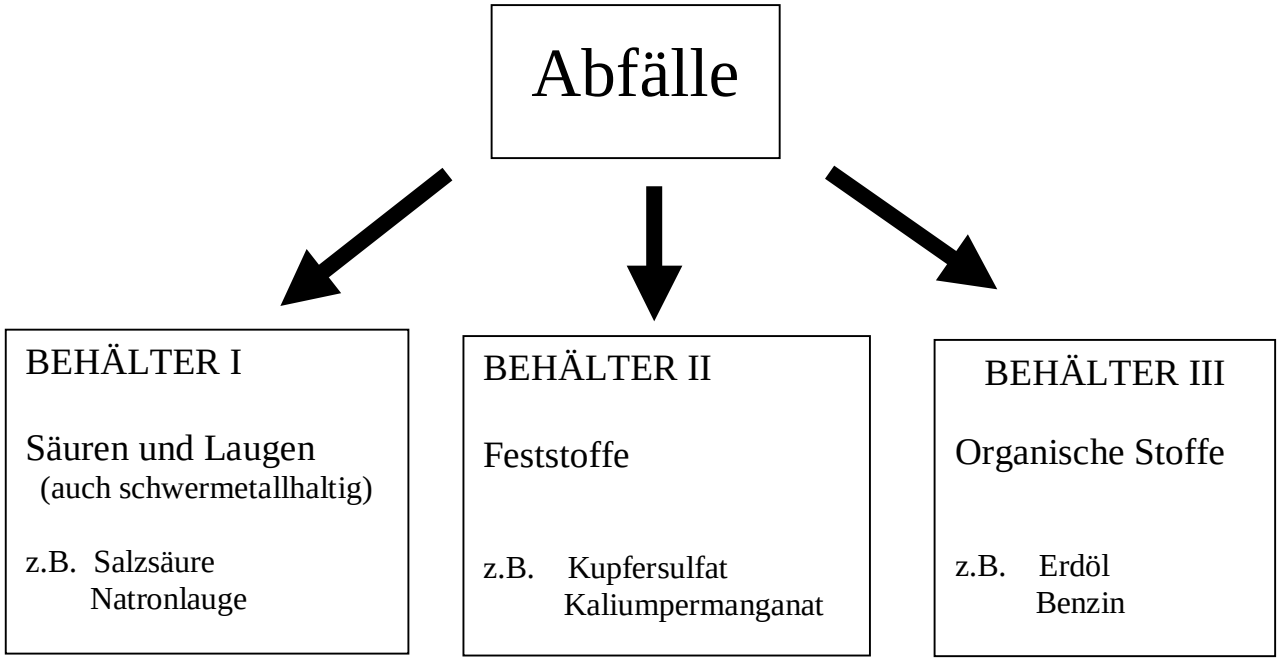
Entsorgung von Chemikalienabfällen

Allgemein gilt die Regel: **Vermeidung** geht vor **Wiederverwertung** geht vor **Entsorgung**.

Vermeidung bedeutet, dass man zunächst versuchen sollte, Experimente mit Stoffen durchzuführen, die keine Gefahr für die Umwelt darstellen. Ein Beispiel hierfür wäre die Verwendung von Lebensmittelsäuren bei Untersuchungen des pH-Werts.

Bei der **Wiederverwertung** (Recycling) werden die Stoffe, wie der Name schon sagt, für weitere Experimente wieder verwertet. Verdünnte Schwefelsäure kann z.B. gesammelt und für den Betrieb einer Hoffmann`schen Wasserzersetzungsapparatur verwendet werden.

Für die **Entsorgung** kann an der Hauptschule ein vereinfachtes Entsorgungsschema eingesetzt werden, da in der Regel nur relativ wenige problematische Chemikalien verwendet werden:



BRENNERFÜHRERSCHEIN

FÜR

_____

Bestandteile des Laborbrenners:

_____

_____

_____

Bedienung des Laborbrenners:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Die Brennerführerscheinprüfung wurde bestanden/nicht bestanden.

_____, _____ _____

Ort Datum Unterschrift

Beispiel für eine Schülerversuchsanleitung:

Stärkeverdauung durch Speichel

Sicherheit:

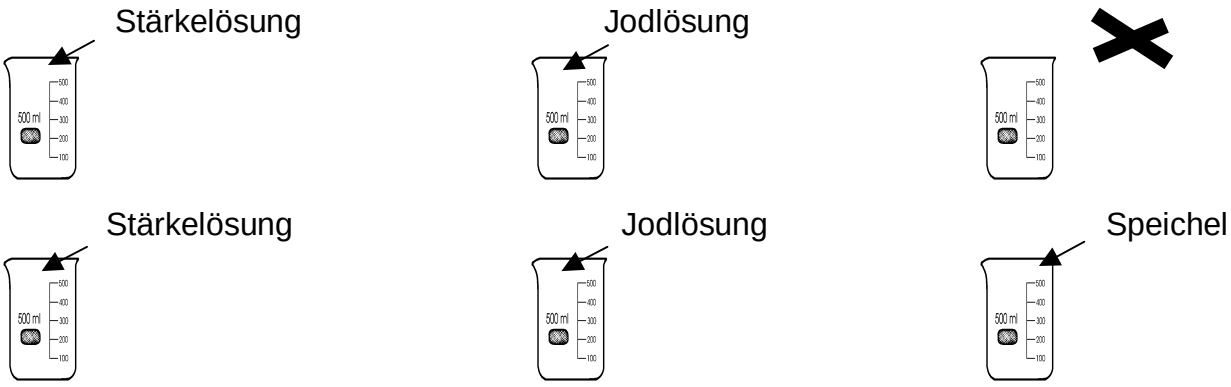
- Schutzbrille tragen!

Schutzbrille tragen.

Material:

- 2 Bechergläser 50 ml
- Becherglas 250 ml
- Glasstab
- Brenner, Dreifuß, Drahtnetz
- Speisestärke
- Jodlösung

Versuchsdurchführung:



1. Stelle durch Kochen stärkehaltiger Lebensmittel eine Stärkelösung her.
2. Gib in 2 Bechergläser je ca. 10 ml Stärkelösung und einige Tropfen Jodlösung. **Beobachtung!**
3. Gib in eines der Bechergläser reichlich Speichel und rühre mit dem Glasstab einige Minuten um. **Beobachtung!**

Auswertung:

Beobachtung nach Zugabe von Stärkelösung und Jodlösung:

Becherglas 1: _____ Becherglas 2: _____

Beobachtung nach der Zugabe des Speichels:

Becherglas 1: _____ Becherglas 2: _____

Zündung eines Benzin-Luftgemisches

Lehrplanbezug
9.6.2 Energieumwandlung

Sicherheit:
- Schutzbrille
- Benzin-Luft– Gemische sind explosiv!

Schutzbrille tragen.

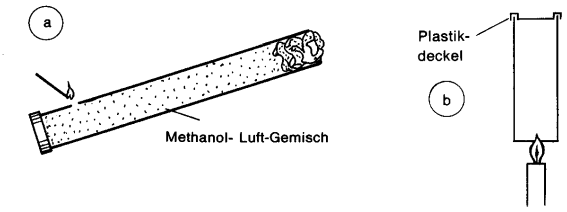
F+ hochentzündlich

Material:
- Papprohr oder Tennisballbehälter
- Zündquelle
- Tropfpipette
- Benzin oder Methanol

Vorbereitung:
Ein ca. 0,5 m langes Papprohr wird etwa 10 cm vor dem Ende mit einem Loch von ca. 0,5 cm Durchmesser versehen. Als Verschluss kann ein Stofflappen verwendet werden (a).
Alternativ kann man in einen Tennisballbehälter aus Blech am Boden ein Loch von ca. 3 mm Durchmesser anbringen. Als Verschluss dient hier der Kunststoffdeckel (b).

Versuchsdurchführung: .
Zeitbedarf: ca. 10 min.

In den vorbereiteten Behälter gibt man mit einer Tropfpipetteeinige Tropfen Benzin oder Methanol und verschließt das Gefäß mit dem Stofflappen oder dem Kunststoffdeckel. Anschließend schüttelt man kräftig, um ein explosionsfähiges Gasgemisch zu erhalten und zündet an der vorgesehenen Bohrung.



Auswertung:
Das Gemisch aus Benzin und Luft explodiert unter Freisetzung von Energie. Der Deckel wird dadurch weggeschleudert. Der Versuch kann als Modellversuch für das Prinzip des Verbrennungsmotors eingesetzt werden.

Entsorgung:
Keine besonderen Entsorgungsvorschriften zu beachten.

Erläuterungen:
Benzin-Luft-Gemische sind in bestimmten Mischungsverhältnissen explosionsfähig. Die Kohlenwasserstoffe reagieren bei Erreichen der Entzündungstemperatur explosionsartig mit dem Sauerstoff der Luft. Dabei spielt sich im wesentlichen folgende Reaktion ab:

Kohlenwasserstoffe + Sauerstoff ⟶ Kohlenstoffdioxid + Wasser + Energie

Als weitere Produkte entstehen unter anderem Kohlenstoffmonooxid, Stickstoffoxide sowie Schwefeloxide. Chemisch gebundene Energie wird in Bewegungsenergie und Wärme umgewandelt. Ein Verbrennungsmotor kann nur rund 20% der im Benzin enthaltenen Energie in Bewegungsenergie umwandeln, der Rest geht als Wärme verloren.

Superabsorber

Lehrplanbezug

9.5.2 Kunststoffe; Gebrauchsgegenstände mit definierten Eigenschaften aus Kunststoffen

Sicherheit:

- Allgemeine Sicherheitsrichtlinien beachten

Material:

- Schüssel oder Tablett
- Grobes Sieb
- Becherglas 1l
- Babywindeln
- Leitungswasser
- Kochsalz

Vorbereitung: --

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 20 min.

Die Schüler untersuchen Babywindeln auf ihre Zusammensetzung bzw. auf die Funktion der Bestandteile. Die Windeln werden zunächst in ihre Bestandteile zerlegt. Zu den getrennten Komponenten geben die Schüler portionsweise solange Wasser, bis dieses nicht mehr aufgesaugt wird.

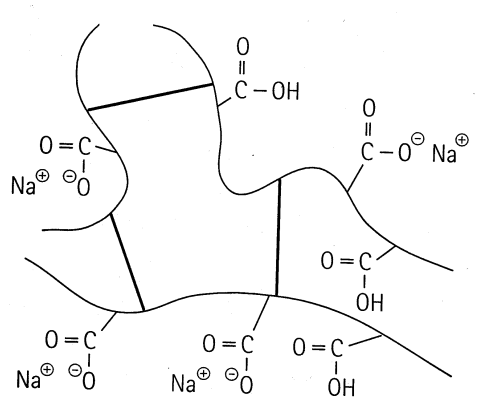
Auswertung:

Die Füllung von Babywindeln besteht aus Zellstoff sowie kleinen weißen Kügelchen.
Die Kügelchen können ein Vielfaches ihrer Masse an Wasser aufnehmen.
Das Volumen der Kügelchen erhöht sich dabei sehr stark, es entsteht eine gelartige Masse.

Entsorgung:

Die Reste werden über den Hausmüll entsorgt.

Erläuterungen:



Moderne Babywindeln enthalten neben Zellstoff einen funktionalen Kunststoff, der große Mengen Wasser adsorbieren kann. Bei diesem Kunststoff handelt es sich häufig um ein Polyacrylat, also um ein Polymer des Natriumsalzes der Acrylsäure. Diese Superabsorber sind lange, vernetzte Polymere, die aus einigen hundert Monomeren aufgebaut sind. Verantwortlich für die Fähigkeit des Kunststoffs, große Mengen Wasser zu adsorbieren, sind die negativ geladenen Carboxylgruppen (COO^-), an denen sich die dipolaren Wassermoleküle mit ihren elektropositiven Wasserstoffatomen anlagern. Bei diesem Vorgang, bei dem das Na-Kation in Lösung geht, handelt es sich um ein chemisches Gleichgewicht, das durch Zugabe größerer Mengen Na-Kationen (z.B. aus Kochsalz) in Richtung der Edukte verschoben werden kann. In diesem Fall gibt der Superabsorber das angelagerte Wasser wieder ab.

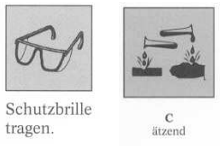
Kalkwasserprobe

Lehrplanbezug:

7.1.1 Zusammensetzung der Luft

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen
  (Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)



Material:

- Einmachglas mit Deckel
- Teelicht
- Luftballons
- Luftpumpe
- gebogenes Glasrohr
- Gummistopfen
- Kalkwasser
- Becherglas oder Reagenzglas

Vorbereitung:

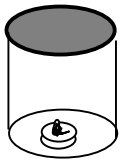
Kalkwasser: Ein Spatel $Ca(OH)_2$ wird in 1 Liter Wasser gegeben, einige Minuten umgerührt und sorgfältig filtriert.

Versuchsdurchführung:

Zeitbedarf: ca. 20 min.

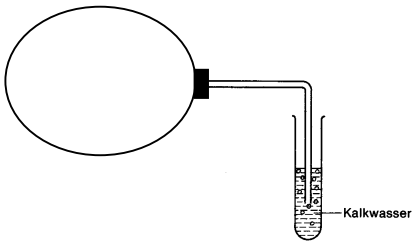
A Kohlenstoffdioxid als Verbrennungsprodukt

In einem verschlossenen Einmachglas lässt man eine Kerze brennen, bis sie erlischt. Nachdem man die Kerze entnommen hat, gibt man etwas Kalkwasser in das Einmachglas, verschließt dieses wieder und schüttelt kräftig um. Beobachtung!



B Untersuchung der Atemluft

Man bläst je einen Luftballon mit dem Mund bzw. mit der Luftpumpe bis zu etwa der gleichen Größe auf und leitet den Inhalt der Ballons durch je ein Gefäß mit Kalkwasser. Beobachtung!



Auswertung:

Beobachtung: A Beim Umschütteln trübt sich das Klakwasser.
B Beim Luftballon mit der Atemluft trübt sich das Kalkwasser.

Folgerung: Bei der Verbrennung der Kerze sowie bei der Atmung entsteht ein Gas, das Kalkwasser trübt; es ist Kohlenstoffdioxid.

Entsorgung: --

Erläuterungen:

Beim Lösen von Kohlenstoffdioxid in Kalkwasser entsteht Calciumcarbonat als fein verteilter Niederschlag, der als Trübung wahrgenommen wird.

$$CO_2\uparrow + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaCO_3\downarrow + H_2O$$

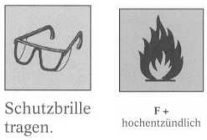
Verbrennung mit Katalysator

Lehrplanbezug:

7.2.3 Vorgang der Verbrennung, Chemische Reaktion, Oxidation

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit dem Gasbrenner hinweisen



Material:

- Porzellanschale
- feuerfeste Unterlage
- Sand
- Würfelzucker
- Emser Pastillen (nicht zuckerfrei!!)
- Zigarettenasche
- Spiritus

Vorbereitung: --

Versuchsdurchführung: .

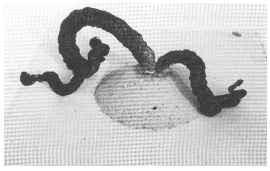
Zeitbedarf: ca. 10 min.

A

1. Man legt 2 Stücke Würfelzucker auf eine feuerfeste Unterlage.
2. Auf ein Stück gibt man an einer Ecke etwas Asche.
3. Nun versucht man, beide Stücke anzuzünden.

B

1. Auf einer feuerfesten Unterlage oder in einer Porzellanschale wird Sand zu einem Kegel aufgeschüttet.
2. In die Spitze des Kegels steckt man 2-3 Emser Pastillen, tränkt sie mit ca. 10 ml Spiritus und zündet an.



Auswertung:

A Der Würfelzucker mit der Asche brennt nach dem Entfernen der Zündquelle weiter, der andere Würfelzucker lässt sich nicht entzünden.

B Aus den brennenden Emser Pastillen entwickeln sich bis zu 1 m lange braun-schwarze Schlangen.

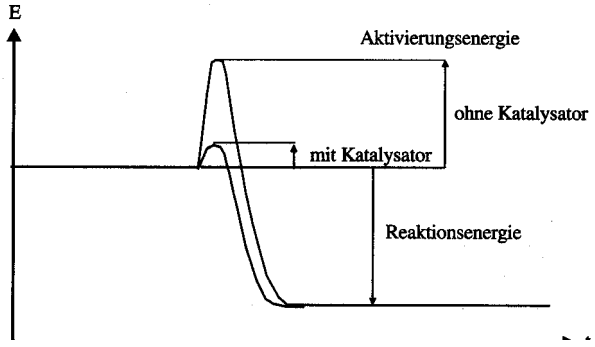
Lückentext:

Die Zigarettenasche wirkt bei diesem Versuch, wie der **Katalysator** beim Auto. Ein **Katalysator** bewirkt, dass eine chemische Reaktion **leichter ablaufen** kann, er selbst verändert sich dabei nicht. Das Brennen des Zuckers wird **erst durch** den **Katalysator** ermöglicht, beim Auto wird der Ausstoß **schädlicher Abgase** vermindert.

Entsorgung: Die Rückstände werden über den Hausmüll entsorgt.

Erläuterungen:

Bei beiden Versuchen wirken Metalloxide in der Zigarettenasche als Katalysatoren für die Verbrennung, d.h. sie ermöglichen den chemischen Vorgang der Verbrennung des Zuckers, ohne sich dabei selbst zu verändern. Ein Katalysator bewirkt eine Herabsetzung der Aktivierungsenergie einer chemischen Reaktion und somit eine Zunahme der Reaktionsgeschwindigkeit.



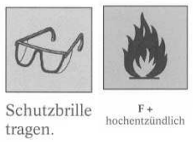
Herstellung von Blaukrautindikator

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - Nachweisen von Säuren und Laugen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit dem Gasbrenner hinweisen



Material:

- 6 Bechergläser 250 ml
- 6 Bechergläser 50 ml
- 6 Schneidebrettchen, 6 Messer
- 6 PVC Trichter, Kaffeefilter
- Ethanol (Brennspiritus) **F** leicht entzündlich
- 6 PVC Tropfflaschen

Zusätzlich benötigtes Material:

- Box: 6 Gasbrenner mit Keramikdrahtnetz
- rohe Blaukrautblätter

Vorbereitung:

Rohe Blaukrautköpfe sind das ganze Jahr über erhältlich, es genügt ein kleiner Kopf.
Gasbrenner auf Funktionsfähigkeit prüfen.

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 30 min.

Die Schüler stellen gemäß der Versuchsanleitung den Blaukrautindikator her und füllen diesen zur späteren Verwendung in PVC-Tropfflaschen ab. Einige Tropfen des Indikators werden in 20 ml Wasser gegeben und die Färbung beobachtet. Anschließend werden alle verwendeten Geräte sorgfältig gereinigt. Der Blaukraut-indikator kann in den Tropfflaschen einige Wochen aufbewahrt werden.

Auswertung:

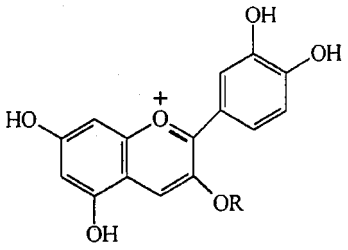
Die Schüler dokumentieren ihre Beobachtungen beim Herstellen des Indikators und beim Eintropfen in Wasser. Sie stellen fest, dass dem Blaukraut ein Farbstoff entzogen wurde, der in konzentrierter Lösung lila erscheint. **Einige Tropfen Blaukrautindikator färben Wasser blau**.

Entsorgung:

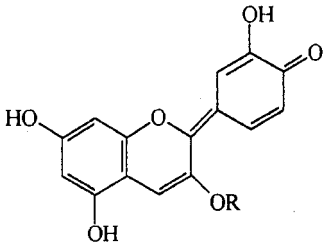
Es sind keine Entsorgungsvorschriften zu beachten.

Erläuterungen:

Beim Farbstoff im Blaukraut handelt es sich um ein **Anthocyan** (anthos = Blüte, cyanos = blau), dessen Struktur pH-abhängig ist. Diese verschiedenen Strukturen absorbieren Licht bei unterschiedlichen Wellenlängen und zeigen somit unterschiedliche Farben.



pH 0-1



pH 6-7

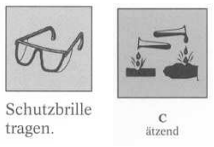
pH-Messung mit Blaukrautindikator

Lehrplanbezug:

8.4.1 Säuren und Laugen - Nachweisen von Säuren und Laugen

Sicherheit:

- Schutzbrille
- Auf die Gefahren beim Umgang mit Säuren und Laugen hinweisen
  Augenkontakt, Verschlucken, Hautkontakt)



Material:

- 6 Bechergläser 250 ml
- 6 PVC Tropfflaschen
- Diverse Haushaltschemikalien

Zusätzlich benötigtes Material:

- Lebensmittel, z.B. Zitronensaft, Vitamin C, Essig, Wein, Fruchtsäfte, Jogurt, usw.

Vorbereitung:

Säurehaltige Lebensmittel besorgen und bereitstellen.

Versuchsdurchführung: .

Zeitbedarf: ca. 20 min.

Die Schüler untersuchen die Wirkung unterschiedlicher Stoffe aus dem Haushalt auf die Farbe des Blaukrautindikators. Im Normalfall werden zunächst nur saure Stoffe untersucht, um dann in einer späteren UE auch alkalisch reagierende Alltagschemikalien einzubeziehen

Auswertung:

Ein Vergleich der Inhaltsstoffe der Haushaltschemikalien bzw. der Lebensmittel mit ihren Beobachtungen führt die Schüler zunächst zu der Feststellung, dass ein Zusammenhang zwischen Säuren als Inhaltsstoffen und der roten Färbung des Blaukrautsaftes besteht. Im weiteren Verlauf kann durch die Ergänzung des alkalischen Bereichs die Funktion eines Säure-Base-Indikators verdeutlicht werden. **Säuren färben Blaukrautindikator rot. Mit Blaukrautindikator kann man deshalb Säuren nachweisen. Laugen färben Blaukrautindikator grün. Mit Blaukrautindikator kann man deshalb Laugen nachweisen.**

Entsorgung:

Es sind keine Entsorgungsvorschriften zu beachten.

Erläuterungen:

Der im Blaukrautsaft enthaltene Farbstoff verändert seine chemische Struktur in Abhängigkeit vom pH-Wert. Diese verschiedenen Strukturen absorbieren Licht bei unterschiedlichen Wellenlängen und zeigen somit unterschiedliche Farben.
Diverse Lebensmittel oder Haushaltschemikalien erzeugen daher, je nachdem ob sie Säuren oder Basen enthalten, unterschiedliche Farben des Blaukrautsaftes:

pH 0-2	pH 3-4	pH 5-6	pH 7	pH 8	pH 9	pH 10-11	pH 12-14
rot	pink	violett	blau	graublau	türkis	grün	gelb

Blaukrautsaft kann deshalb als Indikator (von lat.: indicare = anzeigen) für Säuren und Laugen verwendet werden. Ähnliche Farbstoffe wie im Blaukrausaft sind auch in Fruchtsäften enthalten, z.B. in Blutorangensaft, Traubensaft, Kirschsaft oder Erdbeersaft. Auch Rotwein oder schwarzer Tee zeigen pH-abhängige Farbänderungen.

Literatur

- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUMS FÜR UNTERRICHT, KULTUS, WISSENSCHAFT UND KUNST: Lehrplan für die Hauptschule. KWMB1 I So.-Nr. 1/1997.

- PFEIFER, P., LUTZ, B., BADER, H.J.: Konkrete Fachdidaktik Chemie. München 2002.

- SCHMIDTKUNZ, H., LINDEMANN, H.: Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren – Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht, München 1981.

- ROSSA, E.: Experimentieren im Chemieunterricht – bildend, sicher, umweltgerecht. NiU-Chemie 3 (1992) Nr.14, S. 4-6.

- HÄUSLER, K., RAMPF, H., REICHELT, R,: Experimente für den Chemieunterricht. München 1991.

- SCHWEDT, G.: Experimente mit Supermarktprodukten. Weinheim 2001

- WAGENSCHEIN, M.: Rettet die Phänomene! MNU 30. Jg., H. 3, 1977, S.9.

- HOLLEMAN, A., WIBERG, N.: Lehrbuch der anorganischen Chemie. Berlin 1985.

- PFEIFER, P. (Hrsg.): Feuer-Feuer löschen. NiUCh 1 (1990) Nr.1.

10.3. Idealtypische Planung einer Unterrichtseinheit

„Was ist eigentlich Saurer Regen?“

Lehrplanbezug und Stellung in der Sequenz

Die Lerninhalte der beschriebenen Unterrichtszeiteinheit beziehen sich auf folgende Stellen des Lehrplanes für die bayerische Hauptschule:

Lehrplan für die bayerische Hauptschule

Fach Physik/Chemie/Biologie; Jahrgangsstufe 8, S. 257 u. 258

8.4 Stoffe im Alltag und in der Technik

8.4.1 Säuren und Laugen: - Umweltgefährdungen, z.B. Saurer Regen

8.2 Lebensgemeinschaft Wald

8.2.2 Funktionen des Waldes: - Gefährdung des Lebensraums, z.B. durch Sauren Regen

Im Verlauf der Sequenz „Säuren und Laugen“ werden den Schülern, ausgehend von Phänomenen aus ihrem Erfahrungsbereich, alltägliche Stoffe wie Essig oder Reinigungsmittel als Säuren bzw. Laugen bewusst (1). Die Eigenschaften dieser Stoffe werden dann mit Eigenschaften anderer Säuren und Laugen verglichen, wobei die Schüler Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede der betrachteten Stoffe aus Alltag und Technik erkennen (2). Die nun folgenden beiden Unterrichtseinheiten erschließen den Schülern mit dem pH-Wert sowie verschiedenen Verfahren seiner Bestimmung die Möglichkeit, Säuren und Laugen zu erkennen sowie ihre Stärke zu untersuchen (3) und (4).

In Unterrichtseinheiten (5) und (6) wenden die Schüler ihre im Laufe der Sequenz gewonnenen theoretischen und praktischen Kenntnisse an, indem sie mit Hilfe eines Modellversuchs sowie Untersuchungen von aufgefangenem Regenwasser dem Phänomen des Sauren Regens als einer Umweltgefährdung auf der Spur sind. Den Abschluss der Sequenz bildet eine Unterrichtseinheit über mögliche Umweltschutzmaßnahmen bezogen auf den Sauren Regen (6). Hier dringen die Schüler auf die Abstraktionsstufe der Chemischen Gleichung in Formelschreibweise vor und erlangen so ein nochmals konkretisiertes Verständnis der Entstehung von Saurem Regen sowie möglicher Gegenmaßnahmen.

Die Sequenz „Säuren und Laugen“ besteht im einzelnen aus folgenden Unterrichtseinheiten:

(1) Blaukraut oder Rotkohl?

(2) Was bewirken Säuren und Laugen?

(3) Was bedeutet der pH-Wert?

(4) Wie kann man den pH-Wert bestimmen?

(5) Was ist eigentlich Saurer Regen?

(6) Wie schadet der Saure Regen Natur und Gebäuden?

(7) Was kann man gegen den Sauren Regen tun?

Zu der Unterrichtseinheit „Was ist eigentlich Saurer Regen?“ können folgende Lernziele formuliert werden:

Grobziel

Die Schüler sollen mit Hilfe eines Modellversuchs sowie eigener Untersuchungen Sauren Regen als schwache Säure erfassen und seine Entstehung aus Abgasen und Luftfeuchtigkeit erkennen.

Feinziele

Die Schüler sollen

- einen Demonstrationsversuch als Modellversuch zur Entstehung des Sauren Regens deuten.
- den pH-Wert des im Demonstrationsversuch eingesetzten und entstehenden Wassers sowie realen Regenwassers im Schülerversuch auf verschiedene Weise bestimmen und mit ihnen bekannten sauren Lösungen vergleichen.
- den Sauren Regen als eine aus Abgasen und Luftfeuchtigkeit entstandene schwache Säure erkennen.

Der Unterrichtsverlauf lehnt sich an das „Forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren“[1] an.

[1] vgl. SCHMIDTKUNZ, LINDEMANN 1995

Plan der Durchführung

Zeit	Artikulation	Unterrichtsverlauf
8.00	**Problem-begegnung**	L. zeigt einen kranken Nadelbaum S. äußern sich zum kranken Baum bzw. zu möglichen Ursachen für den Zustand des Waldes, und verwenden dabei den Begriff „Saurer Regen“ Hilfsimpulse: L.: „Ein Grund, dass ein Baum krank wird, ist Saurer Regen “ L. schreibt „ ..... Saurer Regen?“ an die Tafel L.: „Ihr habt sicher Fragen zum Sauren Regen!“
8.04	**Problem-formulierung**	S. formulieren Fragen, z.B.: „Wie entsteht Saurer Regen?“ **„Was ist eigentlich Saurer Regen?“** schreibt passende Problemfrage an die Tafel L.
8.08	**Problem-lösung** Hypothesen-bildung	äußern Vermutungen S. hängt Wortkarte „Wir vermuten“ an die Tafel L. und notiert Vermutungen „Wir haben hier keine Fabrik und keinen Regen! L.: Wie sollen wir unsere Vermutungen überprüfen?“ schlagen Versuchsaufbau vor S. zeigt den Aufbau des Modellversuchs L. äußern sich spontan S. „Beobachtet jetzt bitte genau!“ L.: führt Modellversuch zur Entstehung des L. Sauren Regens durch verbalisieren ihre Beobachtungen, bzw. was mit dem Versuch S. gezeigt oder simuliert werden soll hängt Plakat mit der Darstellung des L. Modellversuchs an dieTafel „Ihr habt einen Modellversuch beobachtet!“ L: erklären den Begriff Modellversuch, S. (Bezug zur Wirklichkeit)
8.15		

Zeit	Artikulation	Unterrichtsverlauf
8.15	Versuchs-planung	L.: „Jetzt müssten wir halt wissen, ob im Versuch wirklich Saurer Regen entstanden ist!“ S. z.B.: „Wir müssen den pH-Wert messen“ L.: „pH-Wert messen ! ? Wir wollten doch wissen, ob Saurer Regen entstanden ist!“ S. erklären den Begriff *pH-Wert* L.: Hilfsimpuls: „Ihr kennt Möglichkeiten, wie ihr den pH-Wert bestimmen könnt!“ S. nennen Möglichkeiten, wie der pH-Wert gemessen werden kann und erklären diese kurz L. hängt Wortkarte „Wir planen“ sowie entsprechende Plakate an die Tafel L.: Wir bestimmen also den pH-Wert des Wassers aus dem Modellversuch. (Zeigt Becherglas). L. Schüttet eingesetztes reines Wasser in ein Becherglas“ L. zeigt Becherglas mit Regenwasser L.: „Dieses Regenwasser habe ich in Nürnberg aufgefangen!“ S. äußern sich jeweils
8.22	Versuchs-durchführung	L.: „Eure Aufgabe ist es, durch Bestimmung des pH-Werts das reine Wasser, das Wasser aus dem Versuch und das Regenwasser zu vergleichen.“ L. Zeigt Arbeitsauftrag auf Folie S. liest vor S. wiederholt den Arbeitsauftrag mit eigenen Worten S. holen sich das Versuchsmaterial und führen die Messungen in arbeitsteiliger Gruppenarbeit durch L. überwacht die Versuchsdurchführung und hilft den Schülern bei Problemen S. bringen Arbeitsmaterial zurück
8.30	Ergebnis-präsentation	L. hängt Wortkarte „Wir messen“ an die Tafel S. stellen ihre Ergebnisse vor Parallel dazu werden von zwei Schülern die Mittelwerte der Ergebnisse gebildet und anschließend an der Tafel notiert.
8.38		

Zeit	Artikulation	Unterrichtsverlauf
8.38	Auswertung der Versuchs-ergebnisse	L. deutet auf die Tafel und auf das Wandplakat zum pH-Wert Hilfsimpuls: L: „Vergleiche“ S. vergleichen die Versuchsergebnisse miteinander und mit ihnen bekannten sauren Stoffen L. schreibt Vergleichsstoffe an die Tafel L. hängt Wortkarte „Wir folgern“ an die Tafel und zeigt auf die Problemfrage S. beantworten die Problemfrage L. notiert Ergebnis an der Tafel
8.42	**Sicherung**	L. deutet auf die Vermutungen vom Beginn der Stunde S. vergleichen das Ergebnis mit den Vermutungen L. streicht falsche Vermutungen durch L. zeigt Folie zur Entstehung des Sauren Regens S. erläutern die Folie L. ergänzt Folie nach den Erklärungen der Schüler
8.44 8.45	**Ausblick**	L. zeigt den kranken Baum vom Stundenbeginn S. äußern sich bzw. formulieren Fragen, z.B. „Wenn der Regen nur so schwachsauer ist, wie Wein, warum schadet er dann den Bäumen?“ L.: „In der nächsten Stunde werden wir untersuchen, warum der saure Regen den Bäumen schadet und wie er Gebäude beschädigen kann“

10.4. Verlauf weiterer Fortbildungsveranstaltungen

Chemie-Experimente im PCB-Unterricht: Säuren, Laugen und Salze

Organisation

Diese Veranstaltung wurde am 28.11.2002 erstmalig unter dem Titel „Schülerexperimente in der Hauptschule: Säuren, Laugen und Salze“ durchgeführt. Die Ausschreibung erfolgte sowohl über die Homepage des GDCh-Lehrerfortbildungszentrums der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg als auch durch Anschreiben der Schulämter des Regierungsbezirks Mittelfranken. Die Anmeldung der Teilnehmer erfolgte per Telefon, Telefax, bzw. per eMail. Die maximale Teilnehmerzahl wurde auf 18 Teilnehmer festgelegt. Die Fortbildung war schnell ausgebucht, so dass eine Wiederholungsveranstaltung am 05.12.2002 angeboten wurde. Im Jahr 2003 wurde diese Veranstaltung dann wegen thematischer sowie methodischer Modifikationen unter dem Titel „Chemie-Experimente im PCB-Unterricht: Säuren, Laugen und Salze“ ausgeschrieben. Die Ausschreibung für den 29.10.2003 erfolgte über die Homepage des GDCh-Lehrerfortbildungszentrums der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, den Mittelfränkischen Schulanzeiger der Regierung von Mittelfranken sowie über das Staatliche Schulamt in der Stadt Nürnberg. Dieser Termin im Jahr 2003 lag innerhalb der Herbstferien, was nebenbei nicht repräsentative Beobachtungen bezüglich der Fortbildungswilligkeit von Lehrkräften in den Ferien zulässt.

Teilnehmerkreis

An den beiden Terminen im Jahr 2002 nahmen insgesamt 28 Lehrerinnen und Lehrer teil. Diese kamen zum größten Teil aus dem Regierungsbezirk Mittelfranken, mehrheitlich aus den Schulamtsbezirken Stadt Nürnberg, Fürth, Nürnberger Land sowie Roth-Schwabach. An der Veranstaltung während der Schulferien im Jahr 2003 nahmen 10 Lehrerinnen und Lehrer teil. Dies zeigt – vor allem auch vor dem Hintergrund, dass diese Veranstaltung im Jahr 2002 bereits zwei mal durchgeführt wurde und so bereits eine gewisse Sättigung zu postulieren ist – dass Lehrerinnen und Lehrer durchaus bereit sind, sich auch während der Schulferien fortzubilden.

Da die Veranstaltung nach den Erfahrungen aus dem Jahr 2002 etwas modifiziert wurde, wird das Programm und der Verlauf der Veranstaltungen separat dargestellt.

Programm 2002

9.00 Uhr	Begrüßung
anschl.	*Prof. Dr. Peter Pfeifer:*
	Das Experiment im Chemieunterricht der Hauptschule
9.30 Uhr	*Ulrich Barth:*
	Säuren, Laugen und Salze
	Experimentiertechnik, Sicherheit und Entsorgung
10.00 Uhr	Kaffeepause
10.30 Uhr	Experimentierzirkel Teil I
12.00 Uhr	Mittagspause
13.30 Uhr	*Ulrich Barth:*
	Hinweise zu Schülerexperimenten
14.00 Uhr	Experimentierzirkel Teil II
15.30 Uhr	Reflexion
16.00 Uhr	Ende der Veranstaltung

Verlauf 2002

Nach der Begrüßung der Teilnehmer umriss Prof. Dr. Pfeifer in seinem Einführungsreferat die didaktische Bedeutung des Experiments im PCB-Unterricht.

Anschließend stellte Herr Ulrich Barth hauptschulrelevante Grundlagen zur Thematik „Säuren, Laugen und Salze“ mittels einer PowerPoint – Präsentation dar. Erläuterungen und praktische Tipps zu Experimentiertechnik und Sicherheitsaspekten bildeten den Übergang zum praktischen Teil der Fortbildungsveranstaltung. Dabei wurde auch auf die Möglichkeit hingewiesen, Experimentierboxen zu thematischen Einheiten anzulegen, was den Vorbereitungsaufwand unter Umständen verringern hilft.

Die Kaffeepause wurde von den Teilnehmern zum Erfahrungsaustausch, vor allem bezüglich der Probleme durch die Fächergruppe PCB, genutzt.

Der praktische Teil wurde in Form eines Experimentierzirkels durchgeführt. Die Teilnehmer fanden sich zu 6 Kleingruppen zusammen und bereiteten zunächst mit Hilfe des ausgegebenen Skripts 6 thematisch ausgerichtete Experimentierstationen mit jeweils drei Experimenten vor. Vorgesehen waren 4 Demonstrationsexperimente, der

Rest waren Experimente, die auch zur Durchführung als Schülerexperiment geeignet sind. Im Folgenden sind die einzelnen Stationen des Experimentierzirkels dargestellt:

Säuren und Laugen im Haushalt; Gefahren
1 **SV** Geschmackstest von Säuren in Lebensmitteln
2 **SV** Wirkung von Säuren auf Eiweiß
3 **LV** Eigenschaften von Schwefelsäure

Nachweisen von Säuren und Laugen mit Blaukrautindikator
4 **SV** Herstellung von Blaukrautindikator
5 **SV** Nachweisen von Säuren und Laugen mit Blaukrautindikator

Messung des pH-Werts mit Indikatoren
6 **SV** Messung des pH-Werts mit Indikatorpapier
7 **SV** Messung des pH-Werts mit Flüssigindikator
8 **SV** Messung des pH-Wertes einer Verdünnungsreihe

Reaktionen von Säuren und Laugen
9 **SV** Entkalkung von Haushaltsgeräten
10 **SV** Reaktion von Salzsäure mit Marmor
11 **SV** Reaktion von Säuren mit Metallen

Herstellung von Säuren und Laugen
12 **LV** Herstellung von Salzsäure aus Kochsalz
13 **LV** Herstellung von Natronlauge aus Natrium
14 **SV** Herstellung von Kohlensäure

Neutralisationsreaktion und Salze
15 **LV** Neutralisation von konzentrierter Salzsäure mit konzentrierter Natronlauge
16 **SV** Neutralisation von verdünnter Salzsäure mit verdünnter Natronlauge
17 **SV** Flammenfärbung durch Salze

Jede Gruppe führte dann zunächst die Experimente der aufgebauten Station durch, säuberte die Geräte anschließend wieder und lies diese aber als Experimentierstation stehen. Anschließend rotierten die Gruppen in Form eines Experimentierzirkels, so dass am Ende jede Arbeitsgruppe alle Stationen durchlaufen hatte. Vor der Mittagspause wurden 2 Stationen bearbeitet. In der Mittagspause hatten die Teilnehmer die

Gelegenheit, in der Mensa der Erziehungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg zu essen.

Im praktischen Teil des Nachmittagsprogramms wurden dann die restlichen vier Stationen durchlaufen. Im Verlauf des Nachmittags zeigte sich, dass bei einigen Teilnehmern die Motivation zur Durchführung weiterer Experimente deutlich nachließ.

Bei der anschließenden Reflexion wurde deutlich, dass die Teilnehmer zwar den hohen Praxisanteil der Fortbildung durchaus begrüßten, jedoch teilweise von der Anzahl der durchzuführenden Experimente vor allem hinsichtlich der für den Lernerfolg unbedingt notwendigen theoretischen Durchdringung überfordert waren.

Trotz diese Kritikpunkte wurde die Veranstaltung dennoch insgesamt als sehr gelungen angesehen, besonders positiv hervorgehoben wurden

- die Möglichkeit zur Selbsttätigkeit
- die lehrplanmäßige Relevanz der Experimente
- die direkte unterrichtliche Umsetzbarkeit der Inhalte
- die angenehme Atmosphäre.

Auf Grund der Erfahrungen aus diesen beiden Fortbildungen wurde die methodische und in geringem Maß auch die inhaltliche Struktur der Fortbildung modifiziert, so dass sich im Jahr 2003 ein leicht verändertes Programm ergab. Diese modifizierte Struktur wurde dann ebenso für die Fortbildung „Chemie-Experimente im PCB-Unterricht: Oxidation und Verbrennung“ herangezogen. Die Modifikationen bezogen sich im wesentlichen auf drei Punkte:

1. Trennung von Demonstrationsexperimenten und Schülerexperimenten
2. Vorstellung der Demonstrationsexperimente durch die Teilnehmergruppen
3. Verringerung der Gesamtzahl der Experimente von 17 auf 12

Programm 2003

9.00 Uhr	Begrüßung
anschl.	*Prof. Dr. Peter Pfeifer:*
	Das Experiment im Chemieunterricht der Hauptschule
9.30 Uhr	*Ulrich Barth:*
	Säuren, Laugen und Salze
	Experimentiertechnik, Sicherheit und Entsorgung
10.00 Uhr	Kaffeepause
10.30 Uhr	Demonstrationsexperimente:
	Die Teilnehmer bereiten in Kleingruppen je ein
	Demonstrationsexperiment vor und demonstrieren dieses
	anschließend im Plenum
12.00 Uhr	Mittagspause
13.30 Uhr	*Ulrich Barth:*
	Hinweise zu Schülerexperimenten
14.00 Uhr	Schülerexperimente:
	Experimentierzirkel
15.30 Uhr	Reflexion
16.00 Uhr	Ende der Veranstaltung

Verlauf 2003

In seinem einführenden Experimentalvortrag stellte Herr Prof. Dr. Peter Pfeifer die Vorzüge des Experimentierens anhand eines praktischen Beispiels aus der Alltagschemie dar: Untersuchung von Tafelkreide. Ein Schwerpunkt des Vortrags waren die naturwissenschaftlichen Methoden im Chemieunterricht. Das sich im Anschluss an den Vortrag entwickelnde rege Gespräch zeigte, dass Interesse der Teilnehmer an dieser Thematik vorhanden war, bzw. geweckt werden konnte.

Im weiteren Verlauf stellte Herr Ulrich Barth mit besonderer Berücksichtigung der Gegebenheiten an der Hauptschule zunächst kurz einige theoretische Grundlagen zum Fortbildungsthema dar. Da Hauptschullehrkräfte oftmals Chemie unterrichten (müssen) obwohl sie dies nicht studiert haben und aus der eigenen Schulzeit zum Teil nur über sehr fragmentarisches Grundwissen verfügen, setzte die Darlegung der Theorie bei elementaren Grundlagen an und beschränkte sich im Wesentlichen auf die für den

Hauptschulstoff wesentlichen Fakten. Diese kurze theoretische Einführung konnte und sollte nicht die Beschäftigung der Teilnehmer mit einschlägiger Literatur ersetzen, sie sollte lediglich das für die Durchführung und Durchdringung der Experimente notwendige Wissen reaktivieren. Anhand von konkreten Beispielen aus dem Unterrichtsalltag wurden die Teilnehmer sodann mit wichtigen Experimentiertechniken sowie Regeln zu Sicherheit und Entsorgung vertraut gemacht. Hierbei musste ebenso berücksichtigt werden, dass die Teilnehmer über stark unterschiedliche Vorerfahrungen mit dem praktischen Durchführen von Experimenten verfügen, im Extremfall keinerlei Vorerfahrungen vorliegen. Auch hier kam es im Anschluss an das Referat zu einem regen Gedanken- und Erfahrungsaustausch zwischen den Teilnehmern sowie zwischen Teilnehmern und Referenten, so dass aufgetretene Fragen geklärt, bzw. ergänzende Informationen gegeben werden konnten.

Nach der Kaffeepause, die von den Teilnehmern gerne zu einem Erfahrungsaustausch bezüglich Experimenten im Unterricht, vor allem aber auch bezüglich der sehr unterschiedlichen Ausstattung an den Schulen genutzt wurde, bereiteten die Teilnehmer in Zweiergruppen folgende Demonstrationsexperimente zu Lehrplaninhalten der 8. Jahrgansstufe vor:

1. Eigenschaften von Schwefelsäure
2. Herstellung von Salzsäure aus Kochsalz
3. Herstellung von Natronlauge aus Natrium
4. Neutralisation von konzentrierter Salzsäure
5. Herstellung von Kohlensäure
6. Entstehung von saurem Regen

Diese Experimente wurden im Anschluss von den jeweiligen Teilnehmern dem Plenum vorgestellt und der chemische Hintergrund diskutiert. Dieses methodische Vorgehen stieß bei den Teilnehmern durchweg auf positive Resonanz, während der Vorstellung der Experimente entwickelte sich ein zwangloses Gespräch zu den Inhalten der Experimente, Alternativen wurden bedacht, Fragen geklärt. Dieses praktische Arbeiten verlief in einer sehr entspannten und ungezwungenen Atmosphäre. In der Phase des selbsttätigen Experimentierens erwies es sich als durchaus positiv, dass die Teilnehmer zum Teil über sehr unterschiedlich ausgeprägte Vorerfahrungen mit Experimenten und auch über ein sehr unterschiedliches theoretisches Grundwissen im Bereich der

Schulchemie verfügten. Es ergab sich zwanglos, dass Teilnehmer mit entsprechenden experimentellen Vorerfahrungen mit der Vorbereitung ihrer Experimente schneller fertig waren und somit den weniger geübten Kollegen mit Rat und Tat zur Seite stehen konnten und auch standen.

Nach dem Aufräumen der Laborplätze nahmen die meisten Teilnehmer die Möglichkeit wahr, in der Mensa der Erziehungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen –Nürnberg zu Mittag zu essen.

Das Nachmittagsprogramm wurde mit einigen Hinweisen von Herrn Ulrich Barth zu Schülerexperimenten eingeleitet. Dabei ging es zum einen um organisatorische Dinge, die bei der Durchführung von Schülerexperimenten beachtet werden müssen, zum anderen wurden nochmals Chancen aber auch Grenzen von Schülerexperimenten diskutiert. Von den Teilnehmern wurde geäußert, dass sie durchaus die Vorzüge von Schülerexperimenten kennen und anerkennen, sich jedoch auf Grund der äußeren Bedingungen oftmals nicht in der Lage sehen, Schülerexperimente durchführen zu lassen. Als häufige Hinderungsgründe wurden genannt:

- große Klassen
- schlechte Ausstattung der Schule
- immenser Aufwand bei der Vorbereitung
- Stofffülle im Lehrplan und daher Zeitmangel
- mangelnde Grundvoraussetzungen bei Schülern
- Kompetenzmangel bei den Lehrkräften
- mangelnde Kooperation im Kollegium

Dies deckt sich weitgehendst mit den Ergebnissen, welche eine Befragung von 300 Hauptschullehrkräften in Mittelfranken im Jahr 2001 erbrachte. Im Gespräch wurde versucht, die Teilnehmer davon zu überzeugen, trotz der erschwerenden Faktoren Schülerexperimente zu wagen. Dabei wurden Möglichkeiten diskutiert, wie den o.g. Hinderungsgründen entgegengewirkt werden könnte:

- innere und äußere Differenzierungsmaßnahmen

- Stellenwert des naturwissenschaftlichen Unterrichts bei der Schulleitung verbessern
- Kooperation im Kollegium bei der Vorbereitung von Experimenten
- Kopiervorlagen für Schülerversuchsanleitungen
- Mut zur Lücke bei der Erfüllung der Lehrplanvorgaben
- Vorbereitung der Schüler auf Teamarbeit im täglichen Unterricht
- Fortbildung von Lehrkräften (regional, schulhausintern)
- Kooperation als ein Ziel der inneren Schulentwicklung

Als Experimente des Nachmittagspraktikums waren als Schülerexperimente geeignete Versuche zu Lehrplaninhalten der 8. Jahrgangsstufe (Säuren, Laugen und Salze) ausgewählt worden. Diese Experimente wurden von den Teilnehmern in Zweiergruppen vorbereitet und getestet. Anschließend führten alle Gruppen die Experimente in Form eines Experimentierzirkels durch. Folgende 6 Stationen wurden dabei durchlaufen:

1. Wirkung von Säuren auf Eiweiß
2. Herstellung von Blaukrautindikator
   Nachweisen von Säuren und Laugen mit Blaukrautindikator
3. Messung des pH-Werts mit Indikatorpapier
   Messung des pH-Werts mit Flüssigindikator
   Messung des pH-Wertes einer Verdünnungsreihe
4. Entkalkung von Haushaltsgeräten
   Reaktion von Säuren mit Metallen
5. Neutralisation von verdünnter Salzsäure
6. Flammenfärbung durch Salze

Die Experimente wurden von den interessierten Teilnehmern motiviert durchgeführt. Auftretende Fragen bzw. Probleme bei der Durchführung konnten von der Kursleitung bzw. anderen Teilnehmern geklärt bzw. behoben werden. Nach Beendigung des Experimentierzirkels wurden die Laborplätze von den Teilnehmern aufgeräumt und in vorbildlich sauberem Zustand hinterlassen.

Die Reflexion der Fortbildung bildete den Ausklang der Veranstaltung. Nachdem die Teilnehmer schriftlich Fragen zu Evaluation beantwortet hatten, entwickelte sich noch

ein kurzes Gespräch zum Gelingen der Fortbildung. Folgende Punkte wurden als gelungen herausgestellt:

- Auswahl der Experimente (grundlegende, einfache Experimente mit klarem Lehrplanbezug)
- Eigenes Experimentieren als Schwerpunkt der Fortbildung
- Kompetente Unterstützung durch die Kursleitung
- Begleitmaterial direkt im Unterricht einsetzbar

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Fortbildungsveranstaltung von den Teilnehmern als gelungen angesehen, bzw. als konkrete Hilfe für den zukünftigen PCB-Unterricht eingestuft wurde.

Zentrale Fortbildungsveranstaltungen an der ALP Dillingen

Die Akademie für Lehrerbildung und Personalführung Dillingen ist eine Fortbildungseinrichtung des bayerischen Staatsministeriums für Unterricht und Kultus. Hier werden unter anderem Fortbildungsveranstaltungen für bayerische Lehrkräfte aller Schularten angeboten.

Organisation

Im Rahmen der zweimal jährlich stattfindenden 5-tägigen Fortbildung „Physik, Chemie und Biologie in der Hauptschule“ wurde bei insgesamt drei Terminen (16.01.2002, 02.07.2002, 17.01.2003) die Gestaltung eines halben Tages zum Thema „Säuren, Laugen und Salze“ übernommen. Die Organisation der Veranstaltung erfolgte durch die Akademie für Lehrerbildung und Personalführung Dillingen.

Teilnehmerkreis

An der Fortbildung nahmen Lehrkräfte der Hauptschule aus allen Regierungsbezirken Bayerns teil. Überschreitet die Zahl der Anmeldungen die maximale Teilnehmerzahl, was sehr häufig der Fall ist, bestimmen die betreffenden Regierungen die Teilnehmer.

Programm

9.00 Uhr	Begrüßung durch Herrn OStD Gerhard Moosburger
anschl.	*Ulrich Barth:*
	Säuren, Laugen und Salze
	Experimentiertechnik, Sicherheit und Entsorgung
09.30 Uhr	Experimentierzirkel Teil I
10.30 Uhr	Kaffeepause
11.00 Uhr	Experimentierzirkel Teil II
12.00 Uhr	Reflexion
12.30 Uhr	Ende der Veranstaltung

Verlauf

Nach der Begrüßung der Teilnehmer durch den Lehrgangsleiter, Herrn OstD G. Moosburger wurden in knapper Form theoretische Grundlagen zum Thema „Säuren, Laugen und Salze“ sowie zur didaktischen Funktion von Schülerexperimenten referiert. Auf Experimentiertechnik, Entsorgung und Sicherheit wurde nicht eingegangen, da dies bereits zu einem früheren Zeitpunkt des Lehrgangs thematisiert worden war. Die möglichen Vorteile der Aufbewahrung von speziellem Experimentiermaterial in thematischen Boxen wurde kurz angesprochen.

Anschließend führten die Teilnehmer nach Vorgabe des ausgegebenen Skriptums in Form eines Experimentierzirkels mit sechs Stationen Demonstrations- sowie Schülerexperimente zum Thema „Säuren Laugen und Salze durch“:

Säuren und Laugen im Haushalt; Gefahren

SV Wirkung von Säuren auf Eiweiß

LV Eigenschaften von Schwefelsäure

Nachweisen von Säuren und Laugen mit Blaukrautindikator

SV Herstellung von Blaukrautindikator

SV Nachweisen von Säuren und Laugen mit Blaukrautindikator

Messung des pH-Werts mit Indikatoren

SV Messung des pH-Werts mit Indikatorpapier

SV Messung des pH-Werts mit Flüssigindikator

Reaktionen von Säuren und Laugen

SV Entkalkung von Haushaltsgeräten

SV Reaktion von Säuren mit Metallen

Herstellung von Säuren und Laugen

LV Herstellung von Salzsäure aus Kochsalz

SV Herstellung von Kohlensäure

Neutralisationsreaktion und Salze

SV Neutralisation von verdünnter Salzsäure mit verdünnter Natronlauge

SV Flammenfärbung durch Salze

Auf Grund des sehr knappen Zeitrahmens führten die Teilnehmer, die in Vierergruppen experimentierten, jeweils zu zweit einen Versuch der Station zeitgleich durch und stellten ihn ihren beiden anderen Gruppenmitgliedern vor. Es zeigte sich, dass die Motivation der Teilnehmer zu experimentieren am letzten Tag einer 5-tägigen Fortbildungsveranstaltung mit vielen Versuchen aus allen Bereichen der Fächergruppe P/C/B nicht mehr optimal ist. Dennoch experimentierten die meisten Teilnehmer interessiert, vor allem das Skript und die darin enthaltenen Kopiervorlagen für Schülerversuchsanleitungen wurden in der kurzen Abschlussbesprechung positiv hervorgehoben.

Regionale Fortbildungsveranstaltungen für Lehrer die in M-Klassen unterrichten

Diese Fortbildungen fanden im Rahmen eines Fortbildungsprogramms für Hauptschullehrkräfte, die in M-Klassen unterrichten, statt. Die Zielsetzung des Fortbildungsprogramms war es, Lehrkräfte welche in M-Klassen unterrichten, für diese besondere Aufgabe zu qualifizieren. Bei einer Klärung des speziellen Fortbildungsbedarfs dieser Zielgruppe stellte man fest, dass auch hier insbesondere im Bereich der Experimentalkompetenz Fortbildungen gewünscht wurden, stets jedoch mit Blick auf das erhöhte Anforderungsniveau im M-Bereich.

Organisation

Die Organisation der Fortbildung erfolgte durch die Regierung von Mittelfranken. Die Zielgruppe wurde durch die Regierung direkt angeschrieben und zu der Fortbildungsveranstaltung eingeladen. Die Anmeldung erfolgte ebenfalls über die Regierung von Mittelfranken. Da die Veranstaltung bald überbucht war, wurde eine inhaltsgleiche Wiederholungsveranstaltung angeboten.

Teilnehmerkreis

An den beiden Veranstaltungen nahmen insgesamt 43 Lehrkräfte aus dem Regierungsbezirk Mittelfranken, die PCB in M-Klassen unterrichten, teil.

Programm

9.00 Uhr	Begrüßung
9.05 Uhr	Experimente im PCB-Unterricht - erhöhtes Anforderungsniveau?!
9.30 Uhr	Grundlagen zu Experimentiertechnik, Sicherheit und Entsorgung
10.15 Uhr	Demonstrationsexperimente aus Jgst. 7 – 9 Die Teilnehmer bereiten in Kleingruppen je ein Demonstrationsexperiment vor und demonstrieren dieses anschließend im Plenum
12.00 Uhr	Mittagspause
13.30 Uhr	Schülerexperimente aus Jgst. 7 – 9 Experimentierzirkel
15.30 Uhr	Reflexion
16.00 Uhr	Ende der Veranstaltung

Verlauf

Diese Fortbildung wurde mit einer kurzen Vorstellungsrunde begonnen, bei der die Teilnehmer zum einen über ihre Vorerfahrungen beim Experimentieren im Fach Chemie, zum anderen über ihre Erwartungen an die Fortbildungsveranstaltung berichten sollten. Erwartungsgemäß ergab sich hier ein sehr heterogenes Bild, da sowohl in der

Fächergruppe PCB sehr erfahrene Kollegen anwesend waren, als auch solche mit keinerlei experimenteller Erfahrung.

Im Anschluss daran wurde das erhöhte Anforderungsniveau des M-Zuges speziell in der Fächergruppe PCB thematisiert. Es wurde deutlich, dass gerade das eigenständige Experimentieren vielfältige Möglichkeiten zum Erreichen des erhöhten Anforderungsniveaus bietet, z.B.:

- Selbstständiges Lesen, Verstehen und Umsetzen von Experimentieranleitungen.
- Eigenverantwortliche Planung des Experiments in der Gruppe.
- Darstellung und Präsentation der gewonnenen Erkenntnisse.
- Untersuchungen nicht nur im qualitativen, sondern auch im quantitativen Bereich.

Ordnet man diese Möglichkeiten den Vorgaben des Lehrplans für ein erhöhtes Anforderungsniveau zu, ergibt sich folgendes Bild:

- Erweiterte Methodenkompetenz
  Sicheres Anwenden fachspezifischer Arbeitsweisen;
  Experimentiertechnik, Nachweismethoden, Sicherheit;
- Komplexere Aufgabenstellungen
  Selbstständiges Planen und Auswerten umfangreicherer Experimente;
- Größere Selbstständigkeit
  Selbstständiges Planen von Experimenten;
  Eigenverantwortung, Sicherheit;
- Höhere sprachliche Kompetenz
  Fachsprache bei der Planung und Beschreibung von Experimenten;
  Prägnanz bei der Beschreibung von Beobachtungen;
- Verbesserte Problemlösungsfähigkeit
  Planung von Experimenten zum Lösen eines Problems;
  Ableiten von Folgerungen aus Beobachtungen;
- Höherer Grad der Beherrschung
  Erhöhte Abstraktionsfähigkeit;
  Darstellung von Versuchsergebnissen mit Formelgleichungen;
  Quantifizierung von Ergebnissen;

Mit Blick auf diese Möglichkeiten für ein erhöhtes Anforderungsniveau bereiteten die Teilnehmer nach einer kurzen Kaffeepause in Gruppen mit Hilfe des Fortbildungsskripts

folgende Demonstrationsexperimente vor, probierten sie aus und stellten sie anschließend im Plenum vor:

- Verbrennung von Metallen
- Bildung von Zinksulfid
- Herstellung von Natronlauge mit Natrium
- Neutralisation konzentrierter Salzsäure mit konzentrierter Natronlauge
- Destillation von Rotwein
- Wasserzersetzung und Knallgasreaktion

Bei der Präsentation der Experimente wurde auch der chemische Hintergrund sowie die mögliche Umsetzung des Experiments im Unterricht angesprochen.
Die Nachmittagsveranstaltung wurde mit praktischen Hinweisen zur Durchführung von Schülerexperimenten eingeleitet. Anschließend bereiteten die Teilnehmer 6 Stationen mit jeweils 2 Schülerexperimenten vor. Die Experimente wurden dann in Form eines Experimentierzirkels von allen Teilnehmergruppen durchgeführt.

Station 1
Herstellung von Kohlenstoffdioxid
Kalkwasserprobe

Station 2
Herstellung von Sauerstoff
Glimmspanprobe

Station 3
Stärkeverdauung durch Speichel
Rosten von Stahlwolle

Station 4
Herstellung von Blaukrautindikator
Nachweisen von Säuren und Laugen mit Blaukrautindikator

Station 5
Neutralisation von verdünnter HCl mit verdünnter NaOH
Flammenfärbung durch Salze

Station 6
Elektrolyse einer Kupfersulfatlösung
Brennstoffzelle

Nach dem Aufräumen des Experimentiermaterials beendete ein Auswertungsgespräch die Veranstaltung.

Lokale Fortbildungsveranstaltungen

Auf lokaler Ebene wurde für das staatliche Schulamt in der Stadt Schwabach eine halbtägige Fortbildungsveranstaltung durchgeführt. Da ein Überblick von einfachen Experimenten aus verschiedenen Jahrgangsstufen geliefert werden sollte, wurde als verbindender Rahmen die Durchführbarkeit der Experimente mit im Supermarkt zu erhaltenden Stoffen gewählt.

Organisation

Die Organisation der Veranstaltung erfolgte durch das staatliche Schulamt in der Stadt Schwabach, Ort der Fortbildung war die Grund- und Hauptschule Rednitzhembach.

Teilnehmerkreis

Die Fortbildung wurde für Hauptschullehrkräfte aus den Schulamtsbezirken Schwabach und Roth ausgeschrieben. Angemeldet waren zu dieser Veranstaltung 25 Teilnehmer, anwesend waren 13 Teilnehmer.

Programm

14.00 Uhr	Experimente im PCB-Unterricht
	- Wozu eigentlich Experimente
	- Experimentierboxen
	- Sicherheit, Entsorgung, Experimentierregeln
	- Vorbesprechung des Experimentierzirkels
15.00 Uhr	Kaffeepause
anschl.	Experimentierzirkel: Einfache Experimente mit Supermarktprodukten
16.30 Uhr	Reflexion
17.00 Uhr	Ende der Veranstaltung

Verlauf

Frau SchAD U. Heyde begrüßte die Teilnehmer und gab das Wort an den Referenten, Herrn Barth, der die Teilnehmer zunächst mit der Sinnhaftigkeit von Experimenten konfrontierte. Dazu wurde die Selbstentzündung heißen Paraffins bei plötzlicher Vergrößerung zunächst nur theoretisch dargelegt, anschließend im Experiment gezeigt.

Der entstehende Feuerball bei diesem auch „Chemischer Flammenwerfer“[1] genannten Versuch verdeutlichte den Teilnehmern die Faszination von Experimenten, die anschließende fachliche Klärung der beobachteten Phänomene zeigte die didaktische Funktion von Experimenten auf. Auch den motivierenden Charakter eigenen Experimentierens sollten die Teilnehmer gleich im Anschluss mittels Durchführung eines einfachen Experiments[2] durch eigenes Tun erfahren. Nach einer angeregten Aussprache über Chancen und Probleme des Experimentierens im Unterricht stellte der Referent die Möglichkeit der Zusammenstellung von thematischen Experimentierboxen vor. Auch an dieser Stelle wurden die zu erwartenden Vorzüge sowie Probleme von den Teilnehmern kontrovers diskutiert. Anschließend stellte der Referent die wichtigsten Sicherheitsrichtlinien und Entsorgungsvorschriften vor, und gab allgemeine Tipps zum Experimentieren im Unterricht.
Nach der Kaffeepause erprobten die Teilnehmer in Form eines Experimentierzirkels 6 einfache Versuche mit Supermarktprodukten:

- Verdauung von Stärke durch Speichel
- Explosion eines Benzin-Luftgemisches
- Untersuchung von Babywindeln (Superabsorber)
- Kalkwasserprobe auf Kohlenstoffdioxid
- Verbrennung mit Katalysator
- Experimente mit Blaukrautindikator

Die Experimente wurden von den Teilnehmern motiviert und mit Ausdauer durchgeführt. Dabei wurde auch deutlich, wie wichtig es ist, Experimente selbst ausprobiert zu haben, da manches nicht auf Anhieb gelang. Im gemeinsamen Gespräch wurde die große Bedeutung der Konzentrationen eingesetzter Stoffe erläutert. Bei der anschließenden Reflexion brachten die Teilnehmer zum Ausdruck, dass sie die Fortbildungsveranstaltung insgesamt als eine konkrete Hilfe für ihren zukünftigen Unterricht betrachten. Auch die einzelnen Experimente wurden nochmals auf ihre Einsatzmöglichkeiten hin untersucht, wobei sich zeigte, dass die Teilnehmern besonders die Experimente mit spektakulären Phänomenen positiv bewerteten. Klassische Nachweisreaktionen (wie z.B. die Kalkwasserprobe) mit eher unspektakulären Effekten schätzten die Teilnehmer für weniger gewinnbringend ein. An dieser Stelle wurde vom Referenten auf die große Bedeutung derartiger Nachweisreaktionen für das Verständnis

[1] aus Spiegel 12 / 2003, S. 156
[2] Verkupfern eines Eisennagels durch Eintauchen in Kupfersulfatlösung

von Naturwissenschaften und naturwissenschaftlichen Methoden verwiesen. Im Anschluss an dieses Reflexionsgespräch bearbeiteten die Teilnehmer einen schriftlichen Fragebogen zur Evaluation dieser Fortbildungsveranstaltung[3]. Abschließend äußerten etliche Teilnehmer den Wunsch nach weiteren Fortbildungsveranstaltungen zu lehrplanrelevanten Themenbereichen der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie.

Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden an zwei Hauptschulen schulinterne Lehrerfortbildungen durchgeführt:

- Volksschule Nürnberg, Hauptschule Herriedener Straße
- Eichendorffschule Erlangen (Hauptschule)

Da die individuellen Bedingungen an den betreffenden Schulen für die Planung und Durchführung schulinterner Fortbildungen von entscheidender Bedeutung sind[4], werden diese jeweils zunächst kurz vorgestellt.

Schulinterne Fortbildung an der Volksschule Nürnberg, Hauptschule Herriedener Straße 29: Neuheiten und Klassiker

Gegebenheiten an der Schule

Die Hauptschule Herriedener Straße 29 ist eine große Hauptschule mit ca. 650 Schülern im Süden von Nürnberg. Es existiert ein durchgängiger M-Zug, der in der 10. Klasse in der Regel mit zwei Klassen geführt wird. Das Schülerklientel ist typisch für eine städtische Hauptschule, der zum Teil problematische soziale Hintergrund der Schülerinnen und Schüler erfordert neben der Vermittlung von Wissen und Kompetenzen in hohem Maße ein erzieherisches Wirken der Lehrkräfte.
Die durchgeführte Fortbildungsveranstaltung war Teil eines Projekts im Rahmen von Schulentwicklung an der Hauptschule Herriedener Straße 29, das zum Ziel hatte, die naturwissenschaftlichen Kompetenzen sowohl der Lehrkräfte, als auch der Schüler zu fördern. Im Rahmen diese Projekts wurden folgende Einzelmaßnahmen durchgeführt.

[3] Ergebnisse siehe Kapitel 5
[4] Vergleiche Kapitel 2.3

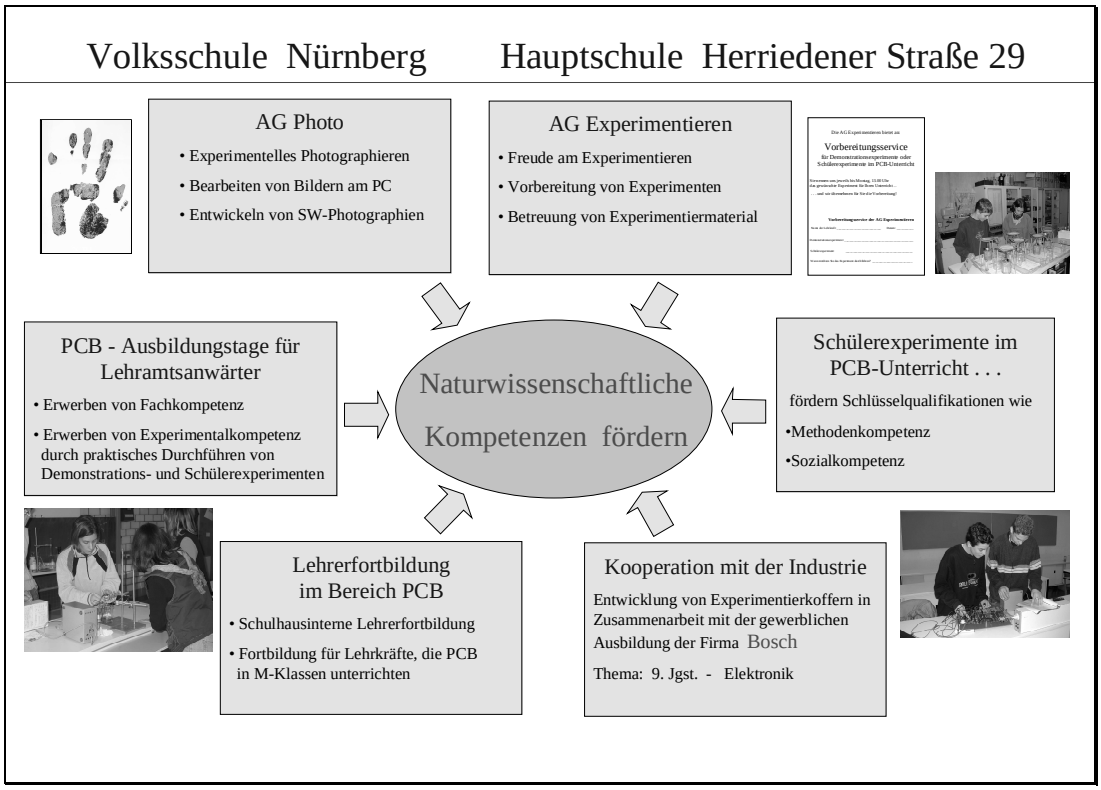
AG Photo
- Experimentelles Photographieren
- Bearbeiten von Bildern am PC
- Entwickeln von SW-Photographien

AG Experimentieren
- Freude am Experimentieren
- Vorbereitung von Experimenten
- Betreuung von Experimentiermaterial

PCB - Ausbildungstage für Lehramtsanwärter
- Erwerben von Fachkompetenz
- Erwerben von Experimentalkompetenz durch praktisches Durchführen von Demonstrations- und Schülerexperimenten

Schulinterne Lehrerfortbildung im Bereich PCB
- Schulhausinterne Lehrerfortbildung
- Fortbildung für Lehrkräfte, die PCB in M-Klassen unterrichten

Kooperation mit der Industrie
- Entwicklung von Experimentierkoffern in Zusammenarbeit mit der gewerblichen Ausbildung der Firma Bosch; Thema: 9. Jgst. - Elektronik


Volksschule Nürnberg Hauptschule Herriedener Straße 29
AG Photo
• Experimentelles Photographieren
• Bearbeiten von Bildern am PC
• Entwickeln von SW-Photographien
AG Experimentieren
• Freude am Experimentieren
• Vorbereitung von Experimenten
• Betreuung von Experimentiermaterial
Vorbereitungsservice
PCB - Ausbildungstage für Lehramtsanwärter
• Erwerben von Fachkompetenz
• Erwerben von Experimentalkompetenz durch praktisches Durchführen von Demonstrations- und Schülerexperimenten
Naturwissenschaftliche Kompetenzen fördern
Schülerexperimente im PCB-Unterricht . . .
fördern Schlüsselqualifikationen wie
•Methodenkompetenz
•Sozialkompetenz
Lehrerfortbildung im Bereich PCB
• Schulhausinterne Lehrerfortbildung
• Fortbildung für Lehrkräfte, die PCB in M-Klassen unterrichten
Kooperation mit der Industrie
Entwicklung von Experimentierkoffern in Zusammenarbeit mit der gewerblichen Ausbildung der Firma Bosch
Thema: 9. Jgst. - Elektronik

Themenfindung

Schulinterne Fortbildungsveranstaltungen im Bereich der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie durchzuführen, war eine integraler Bestandteil des oben vorgestellten Schulprojekts, um naturwissenschaftliche Kompetenzen bei der Lehrkräften zu fördern. Das Thema der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Veranstaltung lautete: *„Klassiker und Neuheiten“ – Experimente in der Fächergruppe PCB*. Bei dieser Fortbildungsveranstaltung sollten Neuanschaffungen der PCB-Sammlung vorgestellt und Anregungen zur Durchführung von Demonstrations- und Schülerexperimenten gegeben werden. Die Veranstaltung wurde vom Autor in Zusammenarbeit mit einem Kollegen von der Hauptschule Herriedener Straße 29, Herrn Roland Tischler geplant und durchgeführt. Herr Tischler, der Physik als Unterrichtsfach studiert hat, übernahm dabei schwerpunktmäßig den Bereich Physik, während der Autor den Bereich Chemie abdeckte.

Zielsetzung

Gemeinsam mit interessierten Kollegen wurden für diese Fortbildungsveranstaltung folgende Ziele festgelegt:

- Kennen lernen neuer Lehr- und Lernmaterialien
- Beachtung aktueller Sicherheitsrichtlinien und Entsorgungsvorschriften
- Verbesserung der Kooperation im Kollegium
- Kennen lernen eines Angebots der Arbeitsgemeinschaft Experimentieren zur Unterstützung von Lehrkräften bei der Vor- und Nachbereitung von Experimenten.

Vorbereitung

Mit der Schulleitung wurde ein passender Termin abgesprochen und dieser dem Kollegium per Aushang zur Kenntnis gebracht. Die für die Veranstaltung notwendigen Materialien und Stoffe waren in der schuleigenen Sammlung vorhanden. Für die Pause wurde Kaffee und Gebäck bereitgehalten. Ein auf die Veranstaltung zugeschnittenes Teilnehmerskript wurde erstellt und in entsprechender Anzahl kopiert, eine PowerPoint-Präsentation wurde vorbereitet.

Durchführung

Die Veranstaltung wurde am 17.07.2003 von 11.30 Uhr bis 13.00 Uhr sowie von 13.30 Uhr bis 15.00 Uhr mit 13 Teilnehmern nach folgendem Programm durchgeführt:

11.30 Uhr Begrüßung der Teilnehmer und Organisation

anschl. Neuheiten in der PCB-Sammlung
- Brennstoffzelle
- Molekülbaukasten zur Demonstration
- Demonstration elektronischer Schaltkreise
- Regeln, Sicherheit, Entsorgung

13.00 Uhr Mittagspause

13.30 Uhr Praxis: Schülerexperimente für alle
- Stärkeverdauung durch Speichel
- Blaukrautindikator
- Kalkwasserprobe
- Verbrennung mit Katalysator
- Neutralisation
- Untersuchung von Babywindeln (Superabsorber)

14.45 Uhr Reflexion und Ausblick

15.00 Uhr Ende der Veranstaltung

Verlauf

Nach der Begrüßung der Teilnehmer sowie einigen organisatorischen Hinweisen zum Verlauf der Veranstaltung stellten Herr Barth und Herr Tischler Neuanschaffungen aus der PCB-Sammlung vor. Die Teilnehmer hatten anschließend Gelegenheit, sich mit den neu angeschafften Geräten vertraut zu machen. Anschließend wurden Experimentierregeln sowie wichtige Fragen der Sicherheit und Entsorgung thematisiert, da diese Grundlagen im Unterrichtsalltag oftmals wieder in Vergessenheit geraten.

An die kurze Mittagspause schloss sich ein Praxisteil für die Fortbildungsteilnehmer an. In Form eines Experimentierzirkels hatten sie die Gelegenheit, verschiedene Schülerexperimente auszuprobieren, die mit einfachen Experimentiermaterialien, in der Regel Supermarktprodukte, durchzuführen sind. Die Teilnehmer erprobten die Experimente interessiert und motiviert, vor allem die Untersuchung der Babywindeln (Superabsorber) faszinierte einige Teilnehmer sehr.

Schulinterne Fortbildung an der Eichendorfschule Erlangen (Hauptschule): Chemie-Experimente mit Supermarktprodukten

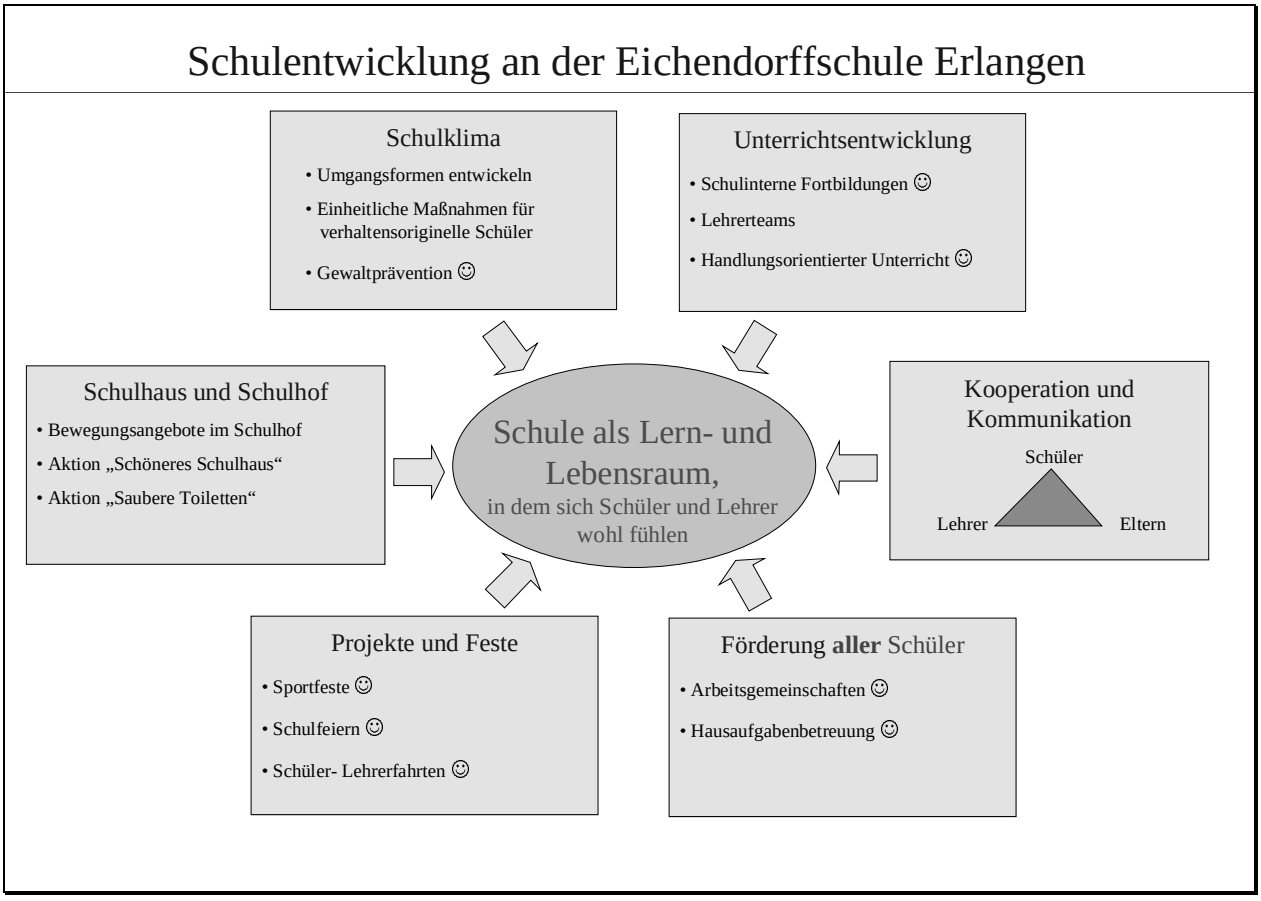
Gegebenheiten an der Eichendorffschule Erlangen

Die Eichendorffschule Erlangen (Hauptschule) liegt im Stadtteil Bruck, der von den sozialen Gegebenheiten her als nicht ganz unproblematisch zu bezeichnen ist. Erlangen ist eine Stadt, die vor allem durch die Firma Siemens als großen Arbeitgeber sowie durch die Friedrich - Alexander - Universität geprägt ist. Auf Grund dieser Gegebenheiten ist der Anteil der Einwohner mit hohen Bildungsabschlüssen sehr groß, was sich auch in der Struktur der Schullandschaft widerspiegelt. Neun Gymnasien sowie zwei Realschulen und eine Wirtschaftsschule stehen drei Hauptschulen gegenüber. Unter diesen Gegebenheiten wird von manchen Eltern oder Schülern der Besuch der Hauptschule als eine Art "Makel" empfunden, der unschöne Begriff der Hauptschule als "Restschule" spukt hier sicherlich in vielen Köpfen herum.

Umso wichtiger ist es, deutlich zu machen, dass die Hauptschule als weiterführende Schule mit der Möglichkeit zum mittleren Bildungsabschluss eine echte Alternative zu Realschule und Gymnasium darstellt. Viele Schüler können nur mit den an der Hauptschule gegebenen Besonderheiten, wie zum Beispiel dem Klassenlehrerprinzip oder diversen Zusatzangeboten bzw. Differenzierungsmaßnahmen entsprechend gefördert und zum Lernen motiviert werden. Im Zentrum der Schulentwicklung an der Eichendorffschule steht deshalb die Vorgabe, dass erfolgreiches Lernen und Lehren nur dann gewährleistet ist, wenn die Schule ein Ort ist, an dem sich Schüler und Lehrer wohlfühlen (können).

Dieses Ziel soll durch Bemühungen aus verschiedenen Richtungen erreicht werden:

- Verbesserung des „Schulklimas“
- Verschönerung von Schulhaus und Schulhof
- Durchführung von Projekten und Festen
- Möglichst individuelle Förderung aller Schüler
- Verbesserung der Kommunikation und Kooperation unter allen Beteiligten
- Unterrichtsentwicklung hin zu konstruktivistischem Lernen



Themenfindung

Die Anregung, im Rahmen der Unterrichtsentwicklung als einem Teilbereich des Schulentwicklungsprozesses eine schulinterne Fortbildungsveranstaltung im Bereich Chemie der Fächergruppe Physik/Chemie/Biologie durchzuführen wurde von etlichen Kollegen begrüßt. Mit Hilfe einer kleinen Umfrage[5] sowie informeller Gespräche im Kollegium wurde die Interessens- bzw. Ausgangslage der Kolleginnen und Kollegen zu folgenden Punkten geklärt:

- Termin
- Inhalte
- Methodik
- Vorkenntnisse im Bereich Chemie / Experimentieren
- Wünsche und Anregungen

[5] vgl. Anhang 10.1

Dieser Meinungsfindungsprozess ergab folgende Ergebnisse:

- Bezüglich des Termins:
  Viele Kolleginnen und Kollegen sprachen sich für einen Nachmittagstermin von 14.00 bis 17.00 Uhr aus.
- Bezüglich der Inhalte:
  Von besonderem Interesse waren Demonstrationsversuche zu den Jahrgansstufen 7 – 9, aber auch Schülerexperimente aus diesen Jahrgangsstufen.
- Bezüglich der Methodik:
  Die Mehrzahl der Kolleginnen und Kollegen sprach sich für mehrere Veranstaltungen zu inhaltlichen Schwerpunkten aus.
- Bezüglich der Vorkenntnisse:
  Die Vorkenntnisse im Bereich Chemie / Experimentieren wurden als „gering“ bzw. „nicht vorhanden“ angegeben.
- Bezüglich Anregungen und Wünsche:
  Gewünscht wurden neben dem Kennen lernen einfach durchzuführender Experimente explizit Informationen über die Gefährlichkeit von Chemikalien bzw. die Handhabung von Experimentiermaterial sowie Hinweise zur umweltgerechte Entsorgung von Abfällen.

Zielsetzung

In einer vorbereitenden Besprechung mit den interessierten Kollegen wurden für eine erste Veranstaltung folgende Ziele festgelegt:

- Erwerb grundlegender Experimentalkompetenz.
- Kennen lernen von Sicherheitsrichtlinien und Entsorgungsvorschriften.
- Kennen lernen einfacher und mit einfachen Mitteln durchzuführender Experimente.
- Verbesserung der Kooperation im Kollegium.

Als Thema der Veranstaltung wurde „Chemie-Experimente mit Supermarktprodukten“ gewählt. Diese Thematik bildete einen passenden Rahmen für die ausgewählten Ziele dieser einführenden Veranstaltung.

Vorbereitung

Der gewählte Termin wurde mit der Schulleitung abgesprochen, die Veranstaltung zur Genehmigung an das Staatliche Schulamt in der Stadt Erlangen gemeldet. Die für die Veranstaltung notwendigen Materialien und Stoffe waren in der schuleigenen Sammlung vorhanden, bzw. wurden im Supermarkt besorgt. Für die Pause wurde Kaffee und Gebäck bereitgehalten. Ein auf die Veranstaltung zugeschnittenes Teilnehmerskript wurde erstellt und in entsprechender Anzahl kopiert, eine PowerPoint-Präsentation wurde vorbereitet.

Durchführung

Die Veranstaltung wurde am 19. Februar 2004 von 14.00 bis 17.00 Uhr mit 10 Teilnehmern nach folgendem Programm durchgeführt:

14.00 Uhr Experimente im PCB-Unterricht
- Wozu eigentlich Experimente
- Regeln, Sicherheit, Entsorgung

15.00 Uhr Kaffeepause

anschl. Experimentierzirkel
- Stärkeverdauung durch Speichel
- Blaukrautindikator
- Kalkwasserprobe
- Verbrennung mit Katalysator
- Zündung eines Benzin- Luft- Gemisches

16.00 Uhr Reflexion und Ausblick

Nach der Begrüßung der Teilnehmer und der Vorstellung des Programms wurde zunächst versucht, bei den Teilnehmern ein Gespür für die Sinnhaftigkeit von Demonstrationsexperimenten sowie Schülerexperimenten zu erzeugen. Dazu wurde ein Sachverhalt zunächst rein theoretisch dargelegt, anschließend im Experiment gezeigt: Die Selbstentzündung heißen Parafins bei abrupter Vergrößerung der Oberfläche. Während der Vorgang, theoretisch dargelegt, als eher trocken und uninteressant empfunden wurde, waren die Teilnehmer von dem anschließend durchgeführten Experiment sichtlich fasziniert. Dass es aber vor allem auch Freude macht, selbst zu

experimentieren, konnten die Teilnehmer bei einem in die Präsentation eingeschobenen Schülerexperiment selbst erleben: Die Untersuchung der Inhaltsstoffe von Babywindeln, speziell des enthaltenen Superabsorbers[6]. Danach wurden die wichtigsten Experimentierregeln an Hand konkreter beispiele erläutert sowie Hinweise zur Sicherheit und Entsorgung gegeben. Bezüglich einer Reduzierung des Vorbereitungsaufwands wurde die Möglichkeit der Installation eines Boxensystems an der Schule vorgestellt. Nach der Kaffeepause hatten die Teilnehmer Gelegenheit, sich in Zweiergruppen anhand des Skripts mit verschieden Experimenten mit Supermarktprodukten vertraut zu machen und die Experimente selbst auszuprobieren. Ohne weitere Lenkung durch den Kursleiter stellten die Teilnehmer sich gegenseitig die Experimente vor und diskutierten über theoretischen Hintergrund, Durchführbarkeit bzw. didaktischen Ort der einzelnen Experimente. Bei speziellen Fragen wurde der Kursleiter gerne um Rat gefragt. In der abschließenden Besprechung wurde die Veranstaltung spontan sehr gelobt[7]. Vor allem das Experimentieren hatte den Kolleginnen und Kollegen offensichtlich Spaß gemacht. Mit Blick auf weitere schulinterne Fortbildungsveranstaltungen im Bereich Chemie der Fächergruppe Physik / Chemie / Biologie wurde seitens der Teilnehmer die Zusammenstellung von Experimentierboxen zu verschiedenen, besonders geeigneten Experimenten aus den Jahrgangsstufen 7 – 9 im Rahmen einer Fortbildungsveranstaltung angeregt. Diese Anregung wurde vom Referenten gerne aufgegriffen, so dass für das Frühjahr 2004 eine derartige Veranstaltung zur Zusammenstellung von Experimentierboxen geplant wurde.

Schulinterne Fortbildung an der Eichendorfschule Erlangen (Hauptschule): Zusammenstellung von Experimentierboxen mit ausgewählten Experimenten aus den Jahrgangsstufen 7 – 9

Themenfindung

Wie bereits oben angedeutet, ergab sich diese Veranstaltung auf Anregung aus dem Kollegium. In der Nachbesprechung der schulinternen Fortbildung „Chemie-Experimente mit Supermarktprodukten“ wurde von einigen Kollegen der Wunsch geäußert, im Rahmen einer Fortbildung gemeinsam Experimentierboxen, wie sie vom Referenten vorgestellt worden waren, zusammenzustellen. Dieser Vorschlag wurde sehr gerne

[6] vgl. REDLIN / LÜCK 2000.
[7] vgl.: Kapitel 5, S. 236

aufgegriffen, erfüllt er doch in idealer Weise Kriterien, die an schulinterne Fortbildungen gestellt werden[8]:

- Berücksichtigung der Arbeitsplatzsituation
- Verständigung über Ziele, Inhalte, Themen, Methoden, Medien und Materialien
- Freiwilligkeit und selbstbestimmtes Arbeiten
- Kontinuität und Längerfristigkeit der kollegialen Zusammenarbeit
- Ausrichtung auf Kompromiss und Konsens, auf Hilfe zur Selbsthilfe, auf Kontakt und Integration

So erfolgte auch die Planung dieser weiteren Veranstaltung zusammen mit den Kolleginnen und Kollegen.

Zielsetzung

Wie bereits erwähnt ergab sich die Zielsetzung dieser Fortbildung aus der Nachbesprechung der SchiLF „Experimente mit Supermarktprodukten“. Als gemeinsam formulierte Ziele können genannt werden:

- Zusammenstellung von Experimentierboxen
- Vertraut werden mit den entsprechenden Experimenten
- Erarbeitung eines Konzepts zur Pflege der Boxen
- Erarbeitung didaktischer Materialien zu den Experimentierboxen

Vorbereitung

Aus einer Vorschlagsliste wählten die Kolleginnen und Kollegen folgende Experimente aus, die in Form von Experimentierboxen zusammengestellt werden sollten.

7. Jahrgangsstufe

- Erzeugung von reinem Sauerstoff; Glimmspanprobe
- Erzeugung von Kohlenstoffdioxid; Kalkwasserprobe

8. Jahrgangsstufe

- Neutralisation von Salzsäure mit Natronlauge
- Versuche mit Blaukrautindikator

9. Jahrgangsstufe

- Destillation von Rotwein als Modellversuch zur Erdöldestillation
- Zündung eines Benzin-Luftgemischs

[8] vgl. MILLER 1995, S. 36.

Durchführung

Die Veranstaltung wurde am 27. Juli 2004 von 12.15 bis 15.00 Uhr mit 10 Teilnehmern nach folgendem Programm durchgeführt:

12.15 Uhr	Begrüßung der Teilnehmer und Organisation
anschl.	Zusammenstellen der Experimentierboxen und Test
13.30 Uhr	Kaffeepause
14.00 Uhr	Sichtung der PCB-Sammlung, Beratung über Neuanschaffungen
15.00 Uhr	Ende der Veranstaltung

Das gemeinsame Zusammenstellen der Experimentierboxen im Kollegium erwies sich als sehr sinnvoll, da auf diese Weise ein Teil des Kollegiums von Beginn an mit den Boxen vertraut ist. Das gibt zu der Hoffnung Anlass, dass die Experimentierboxen zum einen im Unterricht eingesetzt werden, zum anderen pfleglich mit ihnen umgegangen wird (das bedeutet vor allem Sauberkeit und Überprüfung auf Vollständigkeit).

10.5. Evaluation durch das GDCh-Lehrerfortbildungszentrum der Universität Erlangen-Nürnberg

„Schülerexperimente in der Hauptschule: Säuren, Laugen und Salze"

Dipl.-Chem. Ulrich Barth

an der Erziehungswissenschaftliche Fakultät der FAU Erlangen – Nürnberg

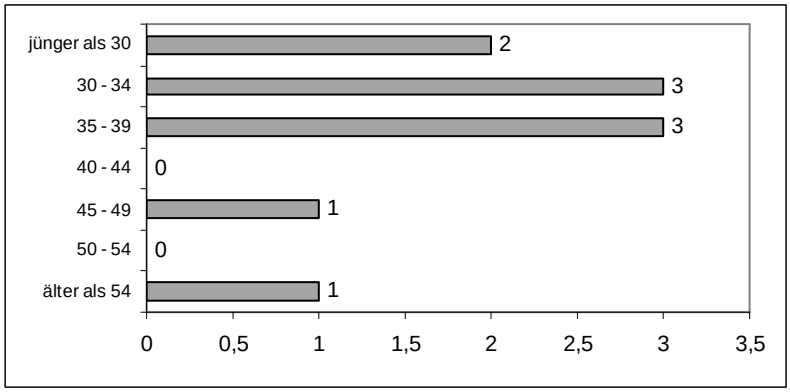
am 29. Oktober 2003

1. Auswertung der geschlossenen Fragen

Geschlecht

weiblich	3
männlich	5
keine Angabe	2

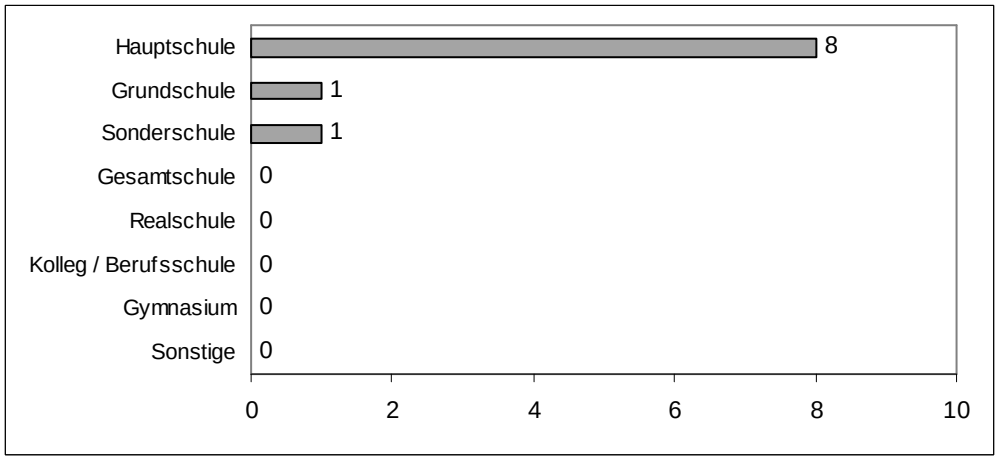
Alter der Teilnehmer



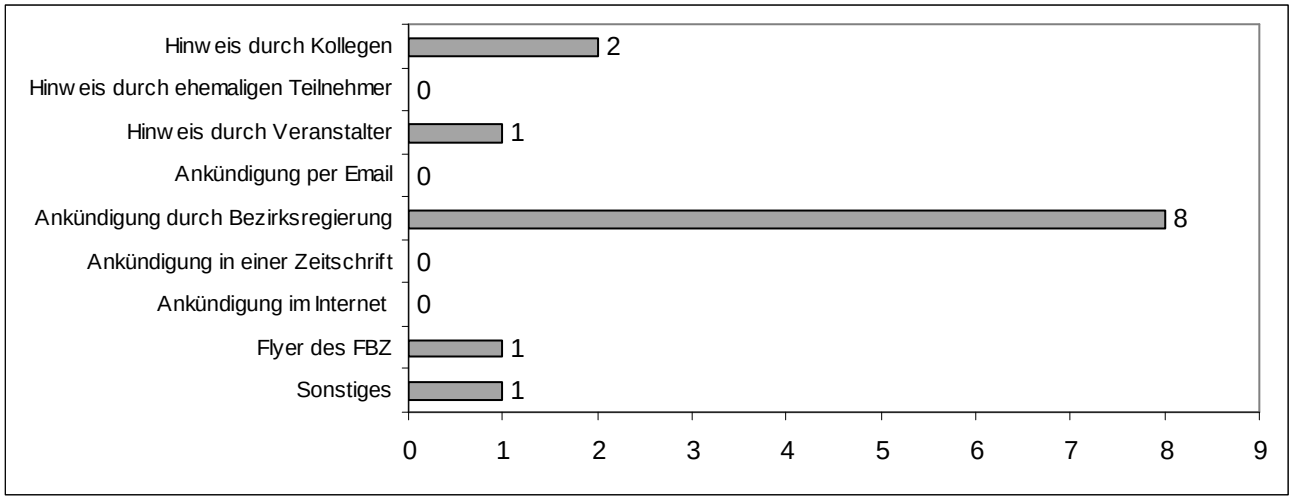
Zeit in Jahre im Schuldienst (inkl. Referendariat)

Mittelwert	Minimum	Maximum
9,35	2,0	34,0

Schulform



Wie wurden Sie auf die Veranstaltung aufmerksam?



Anzahl der besuchten Fortbildungen in den vergangenen 2 Jahren

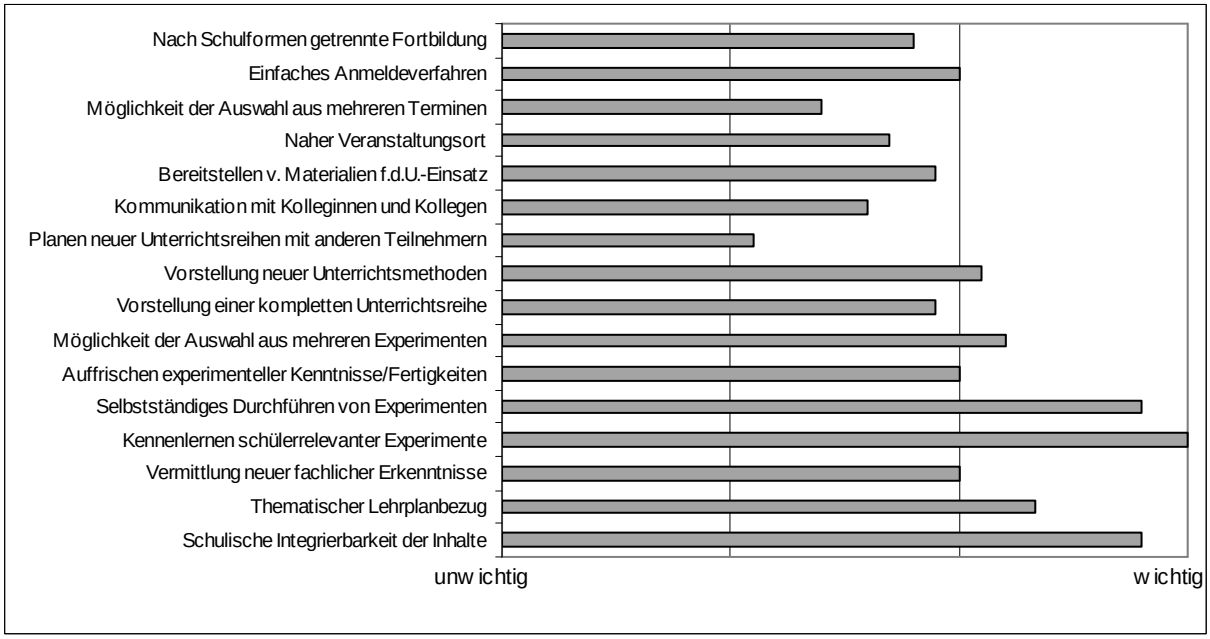
Des Fortbildungszentum Erlangen-Nürnberg

Mittelwert	Minimum	Maximum
1,20	1	2

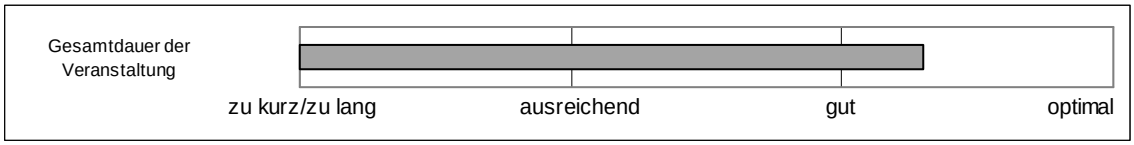
Anderer Anbieter

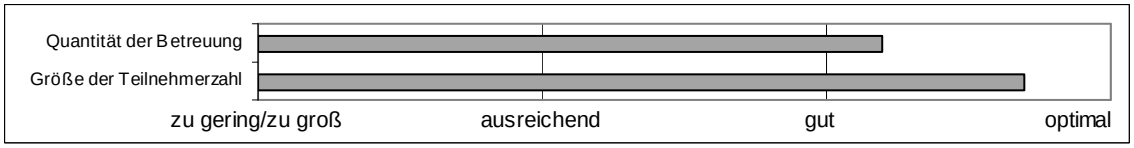
Mittelwert	Minimum	Maximum
0,60	0	5

Allgemeine Erwartungen an eine Fortbildung im Fach Chemie"



Beurteilung der besuchten Fortbildung





Beurteilung der Beiträge

Referent	Vortrags-weise	Medien-einsatz	Schul-bezug	Begleit-material
Dipl.-Chem. U. Barth	1,60	2,05	1,30	1,40

Bewertungsschlüssel: (1) "sehr gut" (2) "gut“ (3) "zufrieden stellend" (4) "ausreichend" (5) "schlecht“

2. Auswertung der offenen Fragen

An dieser Fortbildung hat mir besonders gut gefallen:

Schulische Integrierbarkeit der Inhalte und Experimente (29100301[1], 29100310)
Bereitstellung von Materialien f. d. Unterrichtseinsatz (29100301)
Vielfalt der durchzuführenden Experimente (29100302)
Vorführung der Demo-Experimente vor den anderen Teilnehmern (29100302)
Viel Praxis (29100303)
Verständlich erklärte Experimente (29100303)
Das freundliche Klima, das durch die Dozenten hergestellt wurde (29100304)
Teilnehmer aus einer Schulart (29100304)
Betreuung und Unterstützung bei der Durchführung der Versuche (29100305, 29100308)
Selbstständiges Experimentieren (29100309, 29100310)
Vorbereitung (29100309)
Praxisbezug (29100310)

An dieser Fortbildung hat mir nicht gefallen:

Theoriebezug für „Nicht-Chemiker“ etwas zu kurz (29100303)
Prof. Dr. Peter Pfeifer hat sich beim Experimentieren rar gemacht; schade (29100305)

Anregungen und Wünsche, Themen:

Experimente (29100301)
Erdöl + -produkte (29100302)
Chemische Versuche mit Stoffen aus dem Alltag der Schüler (HS!) (29100302)
Lehrplan HS 8 + 9 PCB (fachdidaktische Inhalte + Methoden) (29100304)
Alle Inhalte PCB, die experimentell bearbeitet werden können (29100305, 29100309)
Die realistische (29100308)
Luft (29100310)
Boden (29100310)
Wasser (29100310)

[1] Anhand dieser Codierung (Datum + Nr. des Fragebogens) wird ersichtlich, wenn verschiedene Aussagen von einem Teilnehmer stammen. Sind mehrere Codierungen angegeben, waren die Aussagen der Teilnehmer inhaltlich gleich.

3. Zusammenfassende Bewertung des GDCh-Lehrerfortbildungszentrums Erlangen – Nürnberg

- Die Resonanz für diesen Kurs war unter Berücksichtigung, dass der Kurs in den Ferien statt fand sehr gut.
- Insgesamt wird die Fortbildung hinsichtlich der Erwartungen an eine Fortbildung im Fach Chemie und deren Erfüllung durch die Fortbildung sehr positiv bewertet.
- Die Teilnehmer haben die Möglichkeit des eigenen Experimentieren können als sehr positiv heraus gestellt.
- Die Vortragsweise und der Medieneinsatz wurden bei Herrn Dipl.-Chem. Ulrich Barth als gut angesehen, der Schulbezug und das Begleitmaterial sogar als sehr gut.
- Insgesamt wurde der Fragebogen sehr gut angenommen. Der Fragebogen wurde überwiegend sorgfältig von den Teilnehmern bearbeitet.

„Schülerexperimente in der Hauptschule: Oxidation und Verbrennung"

Dipl.-Chem. Ulrich Barth

an der Erziehungswissenschaftliche Fakultät der FAU Erlangen – Nürnberg

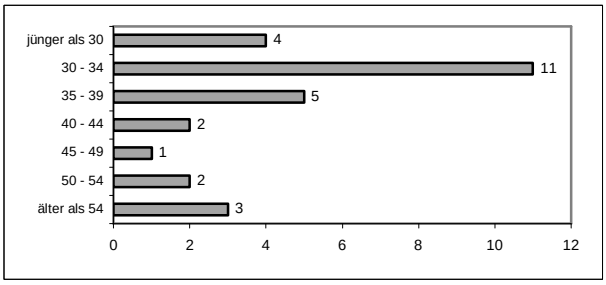
am 03. Dezember 2003 und am 04. Dezember 2003

1. Auswertung der geschlossenen Fragen

Geschlecht

weiblich	13
männlich	13
keine Angabe	2

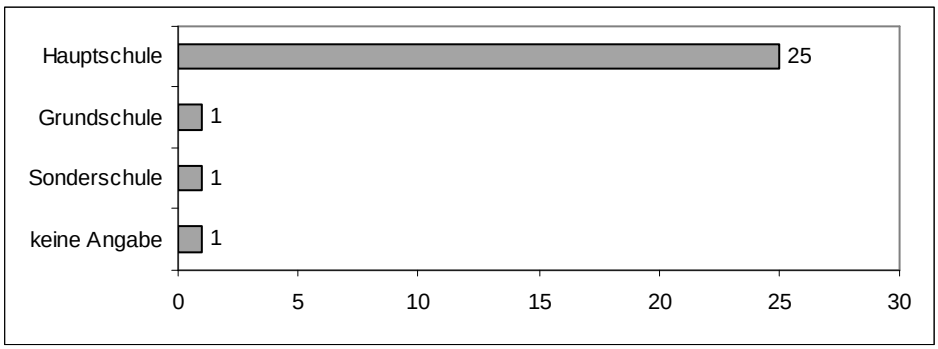
Alter der Teilnehmer



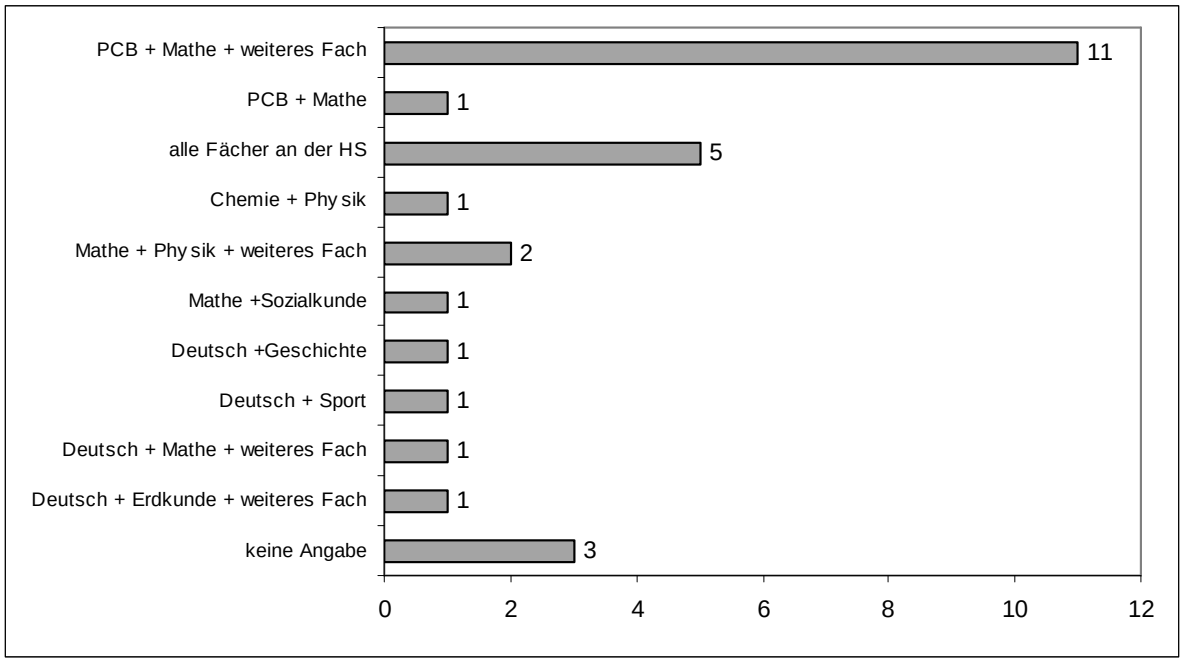
Zeit in Jahre im Schuldienst (inkl. Referendariat)

Mittelwert	Minimum	Maximum
10,94	2,0	35,0

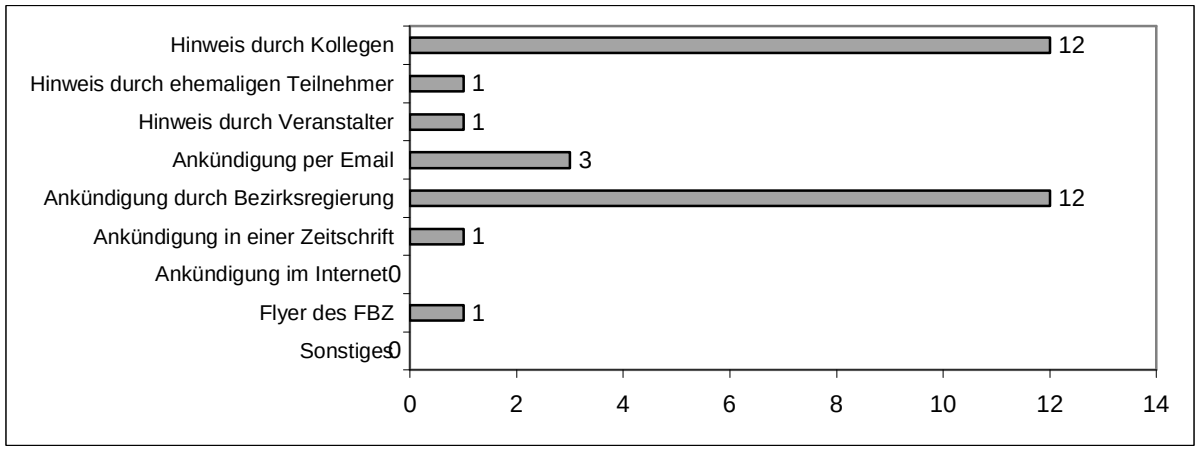
Schulform



Unterrichtsfächer (Kombinationen)



Wie wurden Sie auf die Veranstaltung aufmerksam?



Anzahl der besuchten Fortbildungen in den vergangenen 2 Jahren

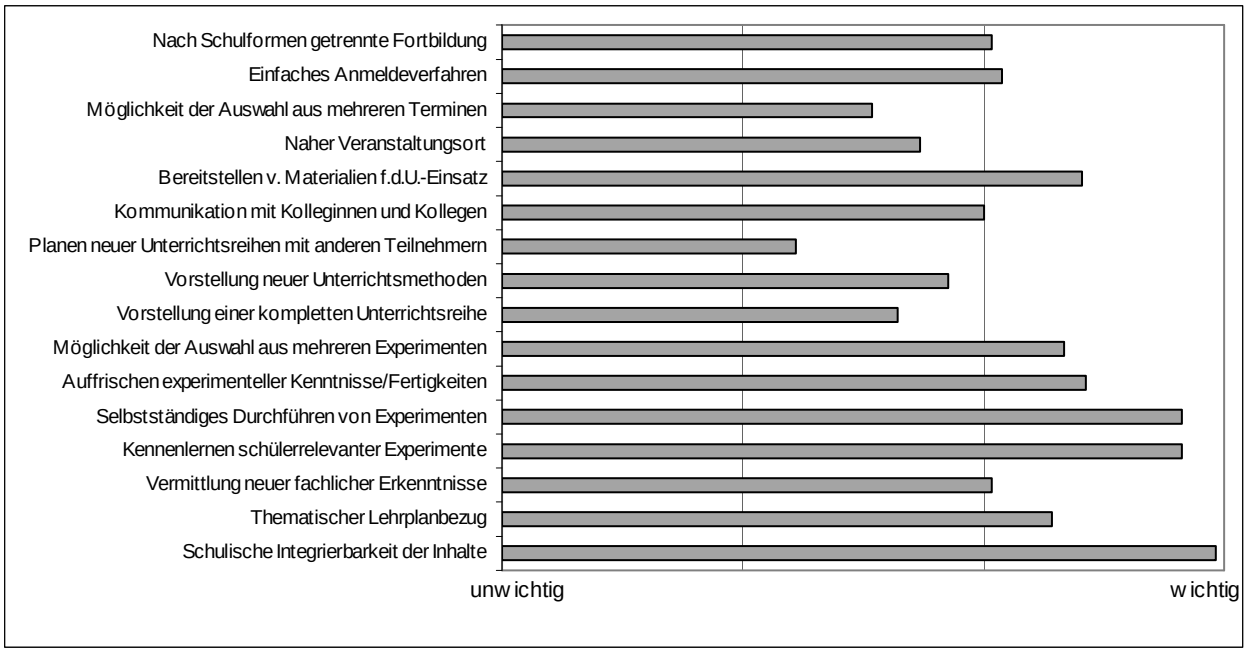
Fortbildungszentrum Erlangen-Nürnberg

Mittelwert	Minimum	Maximum
0,68	0	6

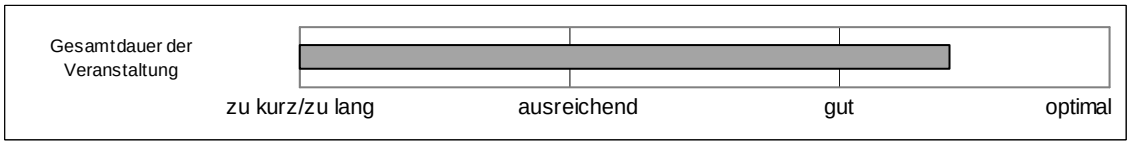
Anderer Anbieter

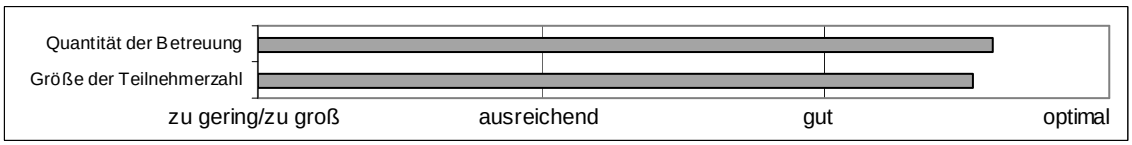
Mittelwert	Minimum	Maximum
1,46	1	2

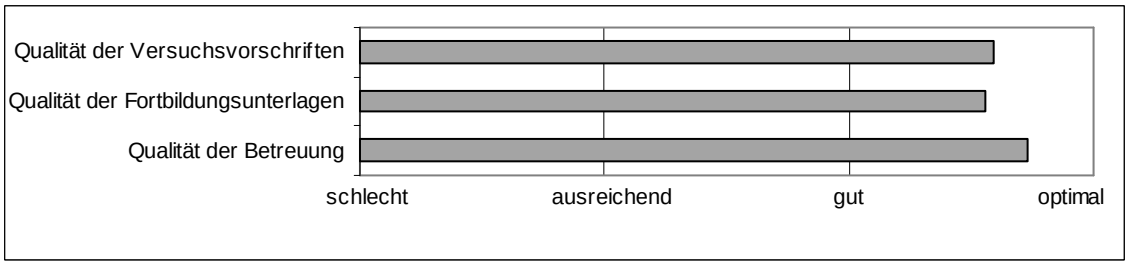
Allgemeine Erwartungen an eine Fortbildung im Fach Chemie"



Beurteilung der besuchten Fortbildung







Beurteilung der Beiträge

Referent	Vortrags-weise	Medien-einsatz	Schul-bezug	Begleit-material
Dipl.-Chem. U. Barth	1,54	1,67	1,35	1,26

Bewertungsschlüssel: (1) "sehr gut" (2) "gut“ (3) "zufrieden stellend" (4) "ausreichend" (5) "schlecht“

2. Auswertung der offenen Fragen

An dieser Fortbildung hat mir besonders gut gefallen:

Organisation (03120301[2], 03120306, 03120310, 03120311)
Praxisbezug (03120301, 03120304, 03120307, 03120312, 04120302, 04120304, 04120307, 04120308, 04120311)
Betreuung (03120301)
Experimentesauswahl (03120301)
Als ‚Neuling" im PCB-Bereich praktikable Versuche kennen gelernt zu haben (03120302)
Selbstständiges Experimentieren (03120303, 03120309)
Kurzweilig (03120310)
Begleitmaterial (03120310, 04120302, 04120308)
Unterrichtspraxis (03120313)
Großer Praxisteil (04120301)
Dass auch ‚Anfänger', also die das Fach noch nicht unterrichten auf jeden Fall alles kapieren konnten (04120305)
Handlungsorientierung (04120308)
Geeignete, einfache und motivierende Experimente (04120310, 04120312)
Hoher Praxisanteil (04120312)

An dieser Fortbildung hat mir nicht gefallen:

Theorie (03120304)
Zu wenig Hintergrundwissen (03120309)
Am Anfang zu fachwissenschaftlich (04120308)
Wenn, dann eher die kürze (04120310)
2 Tage wären vielleicht auch nicht schlecht (04120310)

Anregungen und Wünsche, Themen:

Umwelt (03120301)
Wasser (03120301)
Luft (03120301)
Oxidation + Verbrennung (03120301, 04120301)
Säure und Lauge (03120301, 04120301, 04120305, 04120310)
Chem. Experiment (03120301, 04120302)
Reinstoff – Verbindung (03120301)
Kohlenwasserstoffe (03120306)
Erdölchemie (03120307, 04120311, 04120312)
Kunststoffchemie (03120307, 04120301, 04120308, 04120311)
Alles laut Hauptschul-Lehrplan (03120308, 03120309, 04120309, 04120312)
Methodische Aspekte für den Unterricht (04120304)
Praktische Umsetzung in der Hauptschule (04120307)

4. Zusammenfassende Bewertung des GDCh-Lehrerfortbildungszentrums Erlangen – Nürnberg

- Der Umfang an Werbung für diesen Fortbildungskurs war sehr erfreulich. Der erste Kurse war ausgebucht, deshalb wurde der Zusatztermin angeboten.
- Insgesamt wird die Fortbildung sehr positiv bewertet.
- Insbesondere wird der praktische Anteil der Fortbildung überwiegend als gut bezeichnet, was sich auch aus den weiteren Angaben zur besuchten Fortbildung ablesen lässt.
- Des Weiteren wird die Organisation von mehreren Teilnehmern hervorgehoben
- Die beiden Beiträge wurden hinsichtlich der Vortragsweise, dem Medieneinsatz mit gut bewertet. Bei Dipl.-Chem. U. Barth wurden der Schulbezug und das Begleitmaterial als sehr gut angesehen.
- Insgesamt wurde der Fragebogen gut angenommen, obwohl es bei der Beantwortung der Frage nach der bereits besuchten Fortbildungen im Fach Chemie immer wieder zu Unstimmigkeiten kommt.
-

[2] Anhand dieser Codierung (Datum + Nr. des Fragebogens) wird ersichtlich, wenn verschiedene Aussagen von einem Teilnehmer stammen. Sind mehrere Codierungen angegeben, waren die Aussagen der Teilnehmer inhaltlich gleich.

„Chemieexperimente im PCB-Unterricht"

Dipl.-Chem. Ulrich Barth

an der Erziehungswissenschaftliche Fakultät der FAU Erlangen – Nürnberg

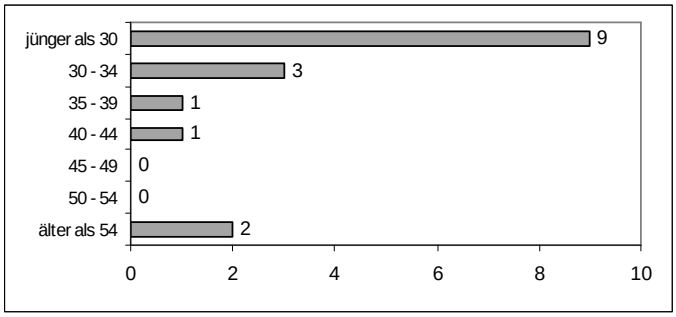
am 11. November 2003

1. Auswertung der geschlossenen Fragen

Geschlecht

weiblich	6
männlich	6
keine Angabe	4

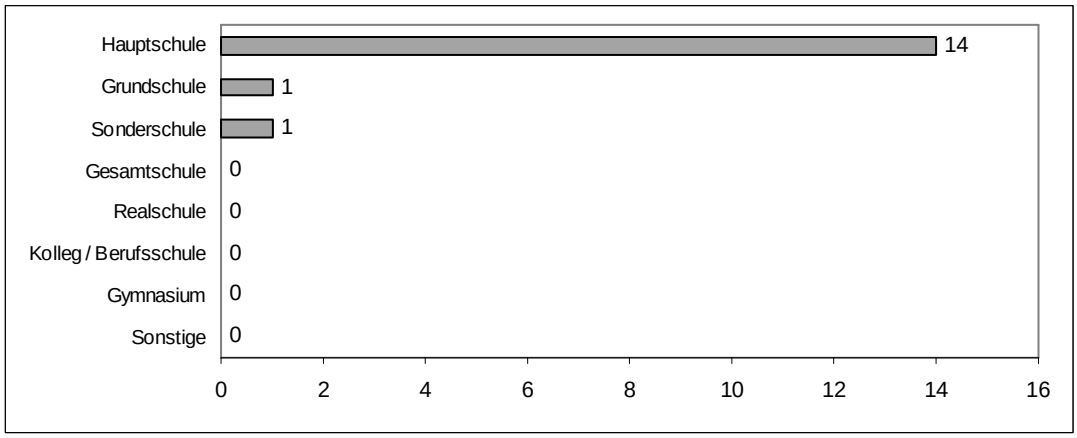
Alter der Teilnehmer



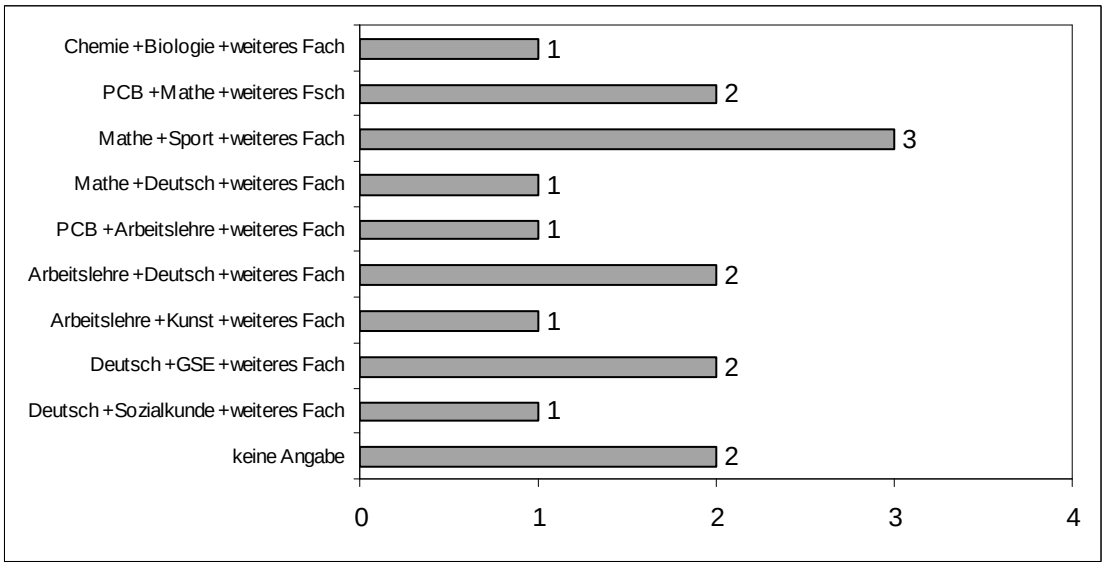
Zeit in Jahre im Schuldienst (inkl. Referendariat)

Mittelwert	Minimum	Maximum
5,71	0,25	37,0

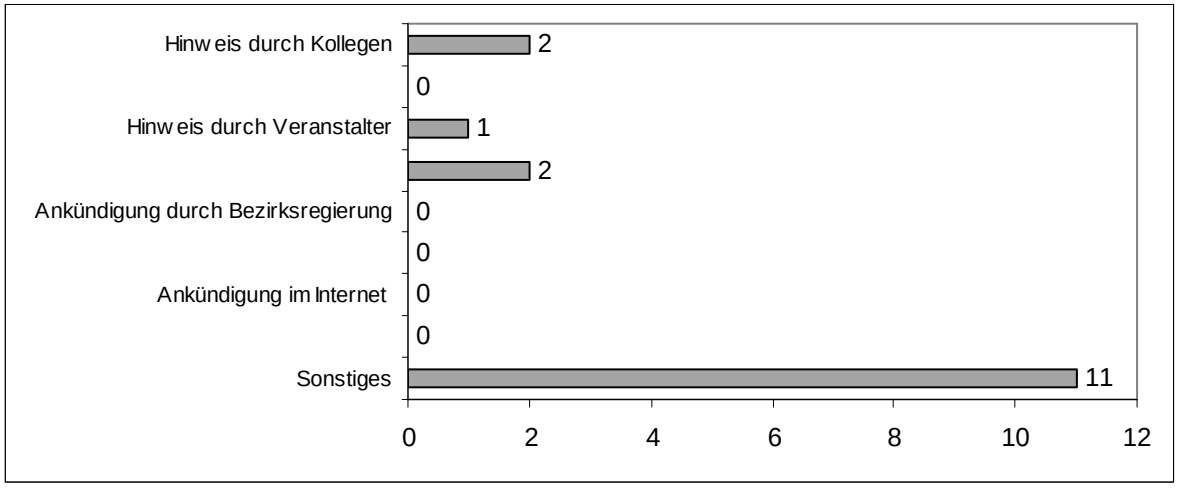
Schulform



Unterrichtsfächer (Kombinationen)



Wie wurden Sie auf die Veranstaltung aufmerksam?



Anzahl der besuchten Fortbildungen in den vergangenen 2 Jahren

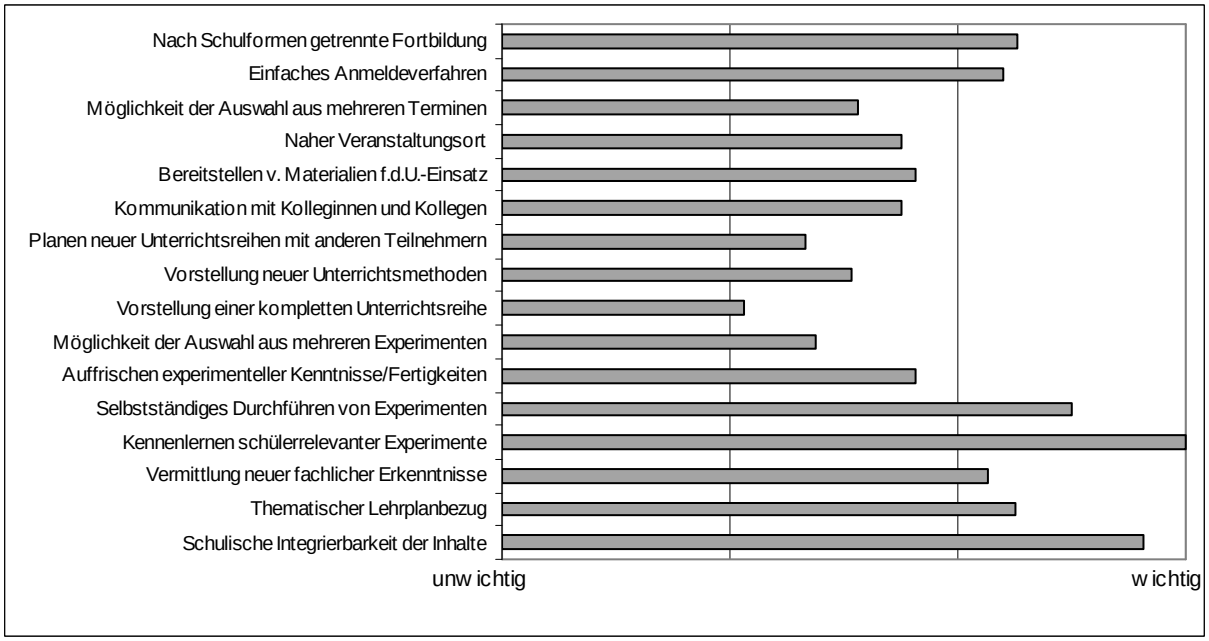
Fortbildungszentrum Erlangen-Nürnberg

Mittelwert	Minimum	Maximum
1,00	1	1

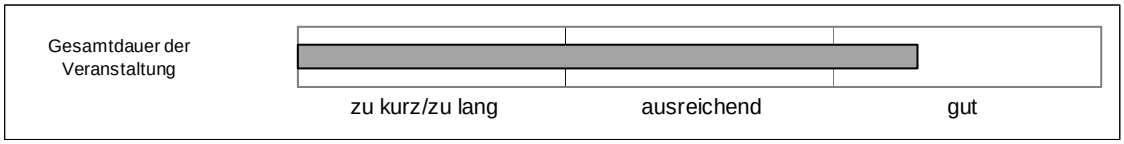
Anderer Anbieter

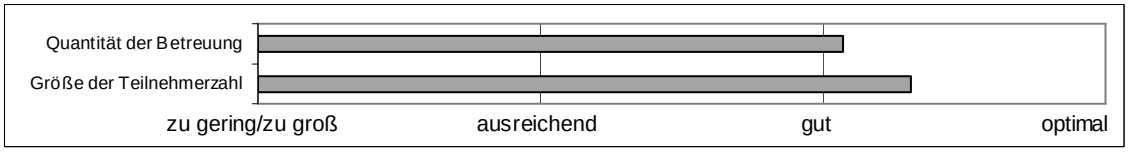
Mittelwert	Minimum	Maximum
0,13	0	2

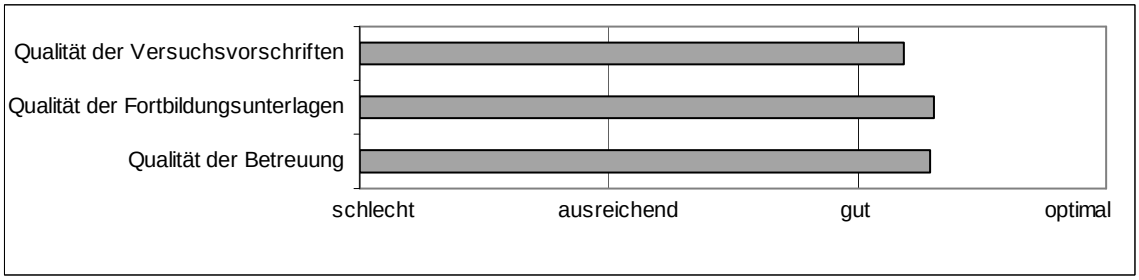
Allgemeine Erwartungen an eine Fortbildung im Fach Chemie



Beurteilung der besuchten Fortbildung







Beurteilung der Beiträge

Referent	Vortragsweise	Medieneinsatz	Schulbezug	Begleitmaterial
Dipl.-Chem. U. Barth	1,38	1,86	1,67	1,47

Bewertungsschlüssel: (1) "sehr gut" (2) "gut“ (3) "zufrieden stellend" (4) "ausreichend" (5) "schlecht“

3. Auswertung der offenen Fragen

An dieser Fortbildung hat mir besonders gut gefallen:

Versuche/ Experimente eigenständig austesten (11110301[3], 11110306, 11110307, 11110312)
Praxisbezug (11110306)
Die Möglichkeit auch für ‚Chemielaien' Experimente zu erproben und durchzuführen (11110311)
Ansprechpartner/ Ideen mit in den Unterricht zu nehmen, falls ich je PCB (nix von 3 studiert) unterrichten sollte (11110313)
Experimente, die mit einfachen Mitteln gemacht werden können (11110315)
Lockere Atmosphäre (11110311)

An dieser Fortbildung hat mir nicht gefallen:

Theorie zu fachlich! Geht aber nicht anders!!? (11110301)

Anregungen und Wünsche, Themen:

Disziplinarmaßnahmen (11110306)
Versuche PCB (11110307)
Vorbereitung und Durchführung einfacher Experimente für ‚Nichtexperten' (11110311)
LP'bezogene (11110312)
Anschauliche Experimente (11110313)
Ausreichendes Repertoire an eindrucksvolle Experimenten für die Hauptschule (11110315)

[3] Anhand dieser Codierung (Datum + Nr. des Fragebogens) wird ersichtlich, wenn verschiedene Aussagen von einem Teilnehmer stammen. Sind mehrere Codierungen angegeben, waren die Aussagen der Teilnehmer inhaltlich gleich.

Lebenslauf

Name:	Ulrich Barth	
Anschrift:	Hauptstraße 39 96146 Altendorf Tel.: 09545/440888	
Geburtsdatum:	17.01.1965	
Geburtsort:	Nürnberg	
Staatsangehörigkeit:	deutsch	
Familienstand:	verheiratet, 2 Kinder	
Werdegang:	1971-1975:	Grundschule Viatisstraße, Nürnberg
	1975-1984:	Willstätter Gymnasium Nürnberg Abschluss: Abitur
	1984-1992:	Universität Erlangen-Nürnberg Abschluss: Chemie-Diplom
	1992-1995:	Leitender Angestellter bei Fa. P+S Gesellschaft für Industrieanstriche
	1995-1997:	Universität Erlangen-Nürnberg Abschluss: 1. Staatsprüfung LAHS
	1997-1999:	Vorbereitungsdienst Abschluss: 2. Staatsprüfung LAHS
	1999-2001:	Lehrer zur Anstellung an der Volksschule Nürnberg, Hauptschule Herriedener Straße
	2001-2003	Lehrer an der Volksschule Nürnberg, Hauptschule Herriedener Straße 29
	2003/04	Lehrer an der Eichendorffschule (Hauptschule), Erlangen
	seit 2004	Lehrer an der Hermann-Hedenus-Schule (HS), Erlangen